**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Поволжский государственный технологический университет
Кафедра природообустройства

П.М. Мазуркин

БИОКАРКАС ТЕРРИТОРИИ

Рекомендовано УМО РАЕ по образованию в качестве учебного пособия
для студентов высших учебных заведений, обучающихся
в магистратурах 120700.68 «Землеустройство и кадастры»,
280100.68 «Природообустройство и водопользование»
и 280700.68 «Техносферная безопасность»

Йошкар-Ола 2012

УДК 630*52: 630*174.754+630* 16: 582.475.4+630*587+630*425: 519.876

ББК 28

М 13

Рецензенты: доктор биологических наук,
профессор **Колупаев Б.И.**;
кандидат технических наук,
доцент **Иванов А.А.**

Мазуркин П.М.

М 13 Биокаркас территории: учебное пособие.

Йошкар-Ола: МарГТУ, 2012. 146 с.

По базе данных (проф. В.А. Усольцев) пробных площадей лесов Северной Евразии на примере 476 пробных площадей березняков, как обладающих высокой климатической устойчивостью и менее подверженных рубке, был выполнен полный факторный анализ исходя из представлений о коррелятивной вариации по Ч. Дарвину. По 11 параметрам березняков получены тренды и волновые закономерности. Дан рейтинг и рассмотрены три группы параметров древостоя - лесного земельного участка, пробной площади и «средней» березы на ней.

Доказан принцип экосистемной суперпозиции березы от географических координат. Получено влияние новых параметров времени – проведения измерений пробных площадей всех учтенных в базе данных пород с началом в 1927 г. и начала их онтогенеза с 1667 г.. Приведены графики закономерностей бинарных отношений с коэффициентами корреляции не менее 0,9.

Для будущих магистров направлений землеустройства и земельных кадастров, обустройства и защиты природной среды, территориального и отраслевого природопользования при выполнении НИРС, курсовых работ и проектов, магистерских диссертаций с инновационными научно-техническими решениями.

**УДК
ББК**

© Мазуркин П.М., 2012

ВВЕДЕНИЕ

Биокаркас территории определяется лесными массивами, соединенными друг с другом перешейками с естественной растительностью для миграции животных и расселения растений. Леса являются ядром биосферы Земли, поэтому и биокаркас территории состоит из древостоев.

Примерно 5-7 тысяч лет назад Причерноморье было богато лесами, а тайга ушла к нынешней территории Воронежской области. Через 2-3 тысячелетия тайга дошла до параллелей Москвы и Берлина. Но именно в этот период резко возросла численность людского населения, которое переходило в железный век и уничтожало на древесный уголь, оборонительные сооружения в виде засек и длинных на сотни и тысячи километров стен городов и приграничных грунтово-деревянных укреплений.

Поэтому многие хвойные, и тем более, дубовые и иные древостои в своем движении стали тормозиться «облавами» и уничтожением на нужды сельского хозяйства, металлургии, строительства городов, укрепления стен против кочевников и, в средние века, для морских кораблей.

В истории человечества немало примеров самовосстановления древостоев, а затем и лесов, после сильнейших антропогенных нагрузок на них. Например, до эпохи Возрождения в Европе от эпидемий чумы и других болезней вымерла половина населения людей. Брошенные людьми земельные участки в городах и населенных пунктах за 250 лет превратились в девственные леса, значительно увеличилась численность диких животных в самостоятельно восстановившихся древостоях.

Движению таежных и иных типов лесов семенами и проростками в России и Европе мешают громадные пашни. И с каждым годом в России требуют от села еще больших площадей пашни, хотя давно доказано, что экстенсивное производство зерновых культур губит на корню цивилизацию, а также само государство. С потеплением в старину люди вынуждены были переселяться из Ближнего Востока на северные земли.

Учитывая возможные в будущем негативные для лесной растительности экологические последствия от антропогенного влияния на леса мира, вполне можно достичь за 15-30 лет некоторого экологического равновесия и на конкретной территории лесного земельного участка, муниципалитета и субъекта РФ, на материках и суше планеты в целом.

Экологическая экспертиза и защита окружающей (поселки городского типа, села и деревни, заводы и фабрики) лесной среды становится главным экологическим мероприятием местного населения, например, в Австралии. Это экологическое движение по разработке и внедрению реальных изменений в окружающей природной среде, в свою очередь,

требует разработки принципиально новых способов и средств экологического измерения свойств у отдельных деревьев и лесных древостоев.

В начале XXI века многие ученые, изучая эволюцию жизни на Земле, пришли к выводу, что человек только ускоряет естественные процессы геологической смены ландшафтов, почвы, растительного покрова и других природных объектов. Поэтому расширение и интенсификация сельского хозяйства, вырубка лесов, мелиорация, строительство гидротехнических сооружений, добыча полезных ископаемых и многие другие антропогенные изменения территорий, если судить по меркам геологического времени, являются вроде бы и не так уж опасными. Но они непрерывно нарастают по активности и интенсивности, что уже привело к превышению предельных уровней воздействий на природную среду.

Понятия экологической стабильности и устойчивости весьма условны и могут быть рассмотрены только на очень короткий промежуток времени, причем даже для одного единственного древостоя [61].

Пустыня тоже стабильна и устойчива, но не удовлетворяет жизненным потребностям не только людей, других видов животных и подавляющего большинства видов растений. Глобальное потепление вызовет массовое опустынивание, темпы которого может приостановить только создание биокаркаса на конкретных территориях.

В учебном пособии автор придерживается понятия (концепции) об экологическом равновесии, развивая идеи проф. Н.Ф. Реймерса.

В этом понятии промежуток учетного времени зависит в основном от способов и средств измерения свойств, структуры и параметров ландшафтов, населения и структуры хозяйств на территории этих ландшафтов. Эволюция техники и технологии приведет к новым способам и средствам для таких измерений. А это приведет к сокращению времени экологических измерений и необходимости мер осознанного поворота людей в сторону рационализации природопользования. Укрепится надежда на оперативные экологически ответственные стратегии развития сельского хозяйства и сельских территорий, ослабления урбанизации.

По Н.Ф. Реймерсу, экологическое равновесие – это непрерывно меняющееся соотношение. Это динамичное соотношение нужно приблизить различными научно-техническими мерами к золотой пропорции между растительным покровом и всей площадью территории ландшафта.

Экологическое равновесие понимается на четырех уровнях смысла: 1) физическое состояние; 2) сохранение равновесия изменениями во времени; 3) уравнивание негативных изменений научно-техническими мерами; 4) состояние спокойствия живого и душевное равновесие населения, включая и людей.

1. ПАРАМЕТРЫ БЕРЕЗНЯКОВ СЕВЕРНОЙ ЕВРАЗИИ

1.1. Березняки – основа биокаркаса территории

Географически береза разнообразиями распределена по всему северному полушарию Земли [108]. Этот вид древесного растения весьма пластичен к условиям места произрастания. Она первая заселяет территории после лесных пожаров, занимает пустыри и прогалины, овраги и ложбины, берега и придорожные канавы.

Таким образом, березняки могут стать основным средством в геотехнологии не только для реанимации нарушенных человеком ландшафтов, но и при рекультивации земельных участков от бывших карьеров и строительных площадок. При этом скорость восстановления природной среды в березняках больше в 3-5 раз по сравнению с хвойными древостоями. Березняки вырастают через 15-30 лет и намного менее пожароопасны по сравнению с посадками сосны и ели, которые переводят в сомкнутые леса только через 30 лет. Но, как правило, хвойные монокультуры, из-за частого возникновения в них лесных пожаров, редко доживают до возраста технической спелости. Березняки технически становятся спелыми в два раза быстрее к 50-70 годам.

Береза была и остается самым любимым видом дерева: в древности из-за быстрого зарастания бывших полей огневого земледелия, а ныне из-за быстрого становления полезационных и придорожных лесных полос. В здоровых естественных березняках всегда красиво, здоровый воздух и целебный воздух. Здесь много грибов и ягод. Поэтому издавна люди устраивали языческие молельни и празднества в березняках, распространенных по всей территории России.

Из-за высокой скорости развития и роста березняки станут альтернативой искусственным устройствам для экологического очищения загрязнений воздуха углекислым газом и поэтому являются отличным геотехническим средством для снижения парникового эффекта быстрым депонированием углерода. Высокая интенсивность прироста древесной массы позволит березы быть вне конкуренции в возобновляемых источниках энергии. Вместо печного отопления, которое также будет развиваться на новой технологической основе, придут другие принципиально новые энергетические технологии.

Березняки восстанавливаются семенами и порослью. Они растут почти по всей России и поэтому станут хорошим источником для механической и химической глубокой переработки древесной массы. А березовый сок будет везде незаменимым лекарством для людей. Но для все-

го этого нужно познать географические распределения березняков по пробным площадям. Эти березняки должны стать основой биокаркаса территории на разных уровнях территориального управления.

Анализом географических данных занимается геостатистика.

1.2. Геостатистическое моделирование

Древостой березы для геостатистического моделирования нами были приняты по следующим причинам:

1) береза менее подвержена рубке, чем сосна [26-28, 40, 42, 43, 45, 46], в итоге на березняки оказывается меньшее антропогенное давление;

2) березняки северного полушария Земли (Голарктическое царство по А.Л. Тахтаджяну), занимают полмира, меняясь границами вдоль Ледовитого океана в цикле 26000 лет прецессии оси Земли (жрецы майя делили этот цикл на пять частей и весь цикл завершается 21.12.2012);

3) популяции березы обладают климатической устойчивостью, адаптивны и пластичны к динамике условий произрастания, пригодны для геотехнических мер, климатических и иных экологических технологий.

Под добротностью статистической выборки фитоценозов называется её способность к выявлению моделированием устойчивых закономерностей, т.е. способностью к коррелятивной вариации по Дарвину [13].

В связи с этим самокритика добротности банка данных самим автором [109] к моделированию функционирования сообщества фитоценозов не относится, так как конечные результаты факторного анализа объективно покажут качество исходной табличной модели.

Древостой как ядро лесного фитоценоза, в частности березняка, в ходе жизнедеятельности деревьев приобретает такую популяционную динамику развития и роста, что и на будущее движущей силой изменений во всей лесной экосистеме остается (если не будет человека) взаимодействие всех его биогеоценотических компонентов [103]. Иначе: «Фитоценоз изменяет экотоп и в связи с этим изменяется сам» [18, с.56].

Но, с математической точки зрения, конкретнее первый экологический закон Барри Коммонера: *Все связано со всем* [93, с.18]. Иначе говоря, отличительный признак влияет на любой другой фактор, причем вне зависимости от того, относится он к экотопу, его географическому расположению или же к самому фитоценозу. Такой подход позволяет изучать функционирование древостоя.

Поэтому любое измерение, проведенное по всем учтенным параметрам (количественно выраженным факторам) березняка, свойства которого признаются ныне через пробные площади, дает некий «срез» всей системы взаимодействий между биогеоценотическими компонентами.

Множество измерений, как срезы во времени, дает картину функционирования или популяционную динамику.

Тогда, за период измерений всех пробных площадей по всем породам Северной Евразии с 1927 по 1999 годы, то есть за 72 года или два цикла по 36 лет жизни России, дает некий пространственно-временной сгусток в виде цифровой модели поведения березняков. Эту цифровую модель по нашей технологии идентификации [1, 7-9, 20-81] можно превратить во множество факторных связей в виде комплекса биотехнических закономерностей, образующихся из одной единственной формулы.

Нужно отметить, что отечественные статистические данные о лесах имеют два главных недостатка: *во-первых*, засилье грубых шкал у количественно представляемых факторов (степень толщины, разряд высот, класс бонитета и пр.), которые были введены для упрощения неавтоматизированных расчетов; *во-вторых*, до сих пор сильно влияние лесной математики XIX века, пожелавшей стать царицей наук в лесном деле и опирающаяся на среднее арифметическое.

От лесной математики формально вроде отказались, но её принципы и позиции чрезвычайно сильны. До сих пор студентов учат классической вариационной статистике, заставляют применять в моделировании не имеющие физического смысла уравнения, например, полиномы. Упорно в современных информационных технологиях применяются отжившие принципы математического моделирования XIX века.

Результаты факторного анализа покажут качество (добротность) исходной табличной модели. При этом в моделировании используются количественно измеренные факторы, Можно применять квалитетические шкалы по качественным факторам, например, рангу бонитета и пр.

1.3. Данные по березнякам Евразии

Табличная модель изменения таксационных показателей по 476 пробным площадям из березняков Северной Евразии приведена в монографии [108] проф. В.А. Усольцева. Фрагмент табличной модели по базе данных проф. В.А. Усольцева [108] с нашими дополнениями по параметрам приведен в таблице 1.1 (подробно в приложении 1).

В таблице 1.1 были приняты дующие условные обозначения:

α - широта северная, град;

β - долгота восточная, град;

B - ранг бонитета (римские цифры не позволяют проводить математическую обработку): ранг 0 – класс Iв; 1 – Iб; 2 – Ia; 3 – I; 4 – II; 5 – III; 6 – IV; 7 – V; 8 – Va; 9 – Vб; 10 – Vв; заметим здесь, что давно нужно было переходить на натуральное исчисление бонитета, как это выпол-

нено в Англии [25, 90];

$\bar{A}$ - средний возраст деревьев на пробной площади, лет;

t_u - время измерения с начала изучения древостоев, для множества пород условие $t_u = 0$ было принято для старой пробной площади ясени (1927 г.), лет;

t_o - начало онтогенеза древостоя, общее начало $t_o = 0$ онтогенеза множества пробных площадок принимается с 1667 г., лет;

$\bar{q}$ - средний удельный запас стволовой древесины, м³/га;

$\bar{n}$ - средняя густота (плотность) размещения деревьев, шт./га;

$\bar{H}$ - средняя высота деревьев на пробной площади, м;

$\bar{D}$ - средний диаметр ствола на высоте 1,3 м от корневой шейки, см;

$\bar{V}_c$ - средний расчетный объем ствола деревьев на каждой пробной площади, вычисленный нами по данным [108] из отношения $\bar{q} / \bar{n}$, м³.

Три шкалы времени $\bar{A}$, t_u и t_o четко закрепляют результаты измерений каждой пробной площади на шкале хронологического времени.

Таблица 1.1

**Параметры пробных площадей из березняков Северной Евразии
для идентификации устойчивыми законами распределения (фрагмент)**

№ п/п	Параметры лесного земельного участка			Параметры пробной площади березняка				Параметры средней березы на пробной площади			
	Ширина α , град	Долгота β , град	Бони- тет B , ранг	Воз- раст $\bar{A}$, лет	Начало измере- ний t_u , лет	Начало онтоге- неза t_o , лет	Густо- та $\bar{n}$, шт./га	Диаметр $\bar{D}$, см	Высота $\bar{H}$, м	Запас $\bar{q}$, м ³ /га	Объем $\bar{V}_c$, м ³
1	61.001	45.967	2	79	47	228	2150	7.3	2.5	23	0.0107
2	59.667	11.5	2	6	54	308	43810	1.9	4.2	3.9	0.0001
3	52.483	0.25	3	6	32	286	10450	1.8	2.1	1.8	0.0002
4	52.483	0.25	3	24	32	268	499	6.0	9.1	98	0.1964
5	52.483	0.25	2	27	32	265	2480	10.0	12.8	139	0.0560
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
472	43.217	142.45	2	47	47	260	270	23.5	22.2	122	0.4519
473	43	144	3	10	34	284	18954	2.67	4.30	29	0.0015
474	34	135.5	3	13	50	297	20064	3.00	5.00	52	0.0026
475	41	48	6	20	48	288	9480	4.4	4.5	36	0.0038
476	41	48	6	30	48	278	3560	5.9	6.5	34	0.0096

В сравнении с другими справочниками принципиально новым в монографии [108] является фиксация геодезических координат пробных площадей по ареалам березы от Атлантического до Тихого океана (недостаток - отсутствие площади ареала). Такая геодезическая привязка даст, например, как по годовичному приросту древесины [19], рассматри-

вать березняки северного полушария Земли (Голарктическое царство по А.Л. Тахтаджяну, занимающее полмира) вдоль Ледовитого океана.

Под выражением «коррелятивная вариация» я (Дарвин, 1991, с. 126-128) разумею, что вся организация во время роста и развития внутренне связана, и когда слабые вариации встречаются в какой-нибудь одной части и куммулируются путем естественного отбора, другие части оказываются модифицированными. ... Модификации в строении, признаваемые систематиками за весьма важные, могут зависеть исключительно от законов вариации и корреляции ... [13].

Фитоценоз обладает, по крайней мере, тремя фундаментальными свойствами: *во-первых*, коррелятивной вариацией [13] значений параметров во времени и пространстве; *во-вторых*, корреляция зависит от генотипических свойств вида; *в-третьих*, вариация обусловлена фенотипическими свойствами, а также циклами солнечной активности [113], вращением Луны вокруг Земли и нашей планеты вокруг себя [29].

Коррелятивная вариация [13, с.28], когда во времени роста и развития организма существенные изменения в начальном возрасте повлекут за собой изменения в строении у взрослого существа. «Таким образом, человек отбирая и тем самым, усиливая какую-нибудь особенность, почти, наверное, неумышленно модифицирует и другие части организма на основании таинственных законов корреляции» (там же, с. 29). Любая ненаследственная вариация для нас несущественна. Но число и разнообразие наследственных уклонений в строении, как незначительных, так и очень важных в физиологическом отношении, бесконечно [13, с.29].

Именно бесконечность уклонений дает возможность поставить на первое место функции организма, а не структуру и тем более не её классификацию. Можем утверждать, что развитие жизни происходит как функционально-структурный синтез. Всё сущее – это вещи, свойства и отношения, причем в биосе отношения управляют вещами и эти вещи не нужно фанатично классифицировать без понимания процессов функционирования организмов и их сообществ.

Изменчивость (вариабельность по Ч. Дарвину) обыкновенно связана с жизненными условиями, которым вид подвергался в течение нескольких последовательных поколений.

В общем случае имеются два фактора: природа организма – наиболее важный из двух, и свойства действующих условий (Дарвин, 1991, с. 118) [13]. Ныне эти два основных фактора называются генетическими и фенотипическими. Кроме того, существует еще и третий фактор – это совместное действие генетических и фенотипических свойств [30].

1.4. Факторный анализ

Нами был выполнен *полный факторный анализ* [1, 22-25, 49, 50, 63-71, 86], исходя из представлений о том, что древостой является главной синузией леса. По 11 показателям из данных таблицы 1.1 древостоев березы получено $11^2 = 121$ уравнение общей конструкции вида

$$y = a_1 x^{a_2} \exp(-a_3 x^{a_4}) + a_5 x^{a_6} \exp(-a_7 x^{a_8}), \quad (1.1)$$

где y - показатель или зависимый количественный фактор;

x - объясняющая переменная или влияющий фактор (параметр);

$a_1 \dots a_8$ - параметры модели (1.1), получаемые в ходе идентификации.

Рассмотрены три группы параметров древостоя - лесного земельного участка, пробной площади березняка и «средней» березы на пробной площади. Эти группы выделены в таблице 1.2 полужирным шрифтом.

Таблица 1.2

**Корреляционная матрица полного факторного анализа
пробных площадей березняков Северной Евразии**

Влияющие факторы x березняков	Зависимые факторы (показатели y) пробных площадей березняков										
	α , град	β , град	B , ранг	$\bar{A}$, лет	t_u , лет	t_o , лет	$\bar{q}$, м ³ /га	$\bar{n}$, шт./га	$\bar{H}$, м	$\bar{D}$, см	$\bar{V}_c$, м ³
Ширина α , град	0,9798	0,313	0,401	0,029	0,189	0,258	0,230	0,281	0,254	0,209	0,251
Долгота β , град	0,555	0,9929	0,196	0,282	0,291	0,315	0,013	0,103	0,089	0,252	0,310
Бонитет B	0,335	0,242	1	0,245	0,046	0,276	0,370	0,068	0,405	0,186	0,165
Возраст $\bar{A}$, лет	0,267	0,301	0,282	0,9935	0,006	0,9269	0,603	0,546	0,7292	0,7794	0,7455
Начало измерения t_u , лет	0,223	0,265	0,053	0,006	0,9961	0,420	0,127	0,228	0,184	0,126	0,085
Начало онтогенеза t_o , лет	0,201	0,265	0,245	0,9307	0,461	0,9898	0,506	0,281	0,559	0,686	0,7155
Запас $\bar{q}$, м ³ /га	0,234	0,082	0,378	0,507	0,111	0,475	0,9996	0,420	0,9008	0,7662	0,651
Густота $\bar{n}$, шт./га	0,143	0,181	0,050	0,660	0,181	0,572	0,541	0,9976	0,7336	0,8028	0,7676
Высота $\bar{H}$, м	0,158	0,107	0,399	0,598	0,171	0,524	0,8812	0,7497	0,9997	0,8922	0,7770
Диаметр $\bar{D}$, см	0,282	0,261	0,218	0,7566	0,140	0,697	0,7881	0,693	0,9346	0,9989	0,9585
Объем $\bar{V}_c$, м ³	0,291	0,256	0,261	0,7467	0,159	0,674	0,8151	0,632	0,9314	0,9615	0,9857

Примечания. Сильные факторные связи при коэффициенте более 0,7 приведены с четырьмя значащими цифрами. Полужирным шрифтом выделены три группы параметров, относящиеся к земельному участку, пробной площади и «среднему» дереву березы.

Модели по значениям параметров и графики по распечаткам после выполнения расчетов в программной среде CurveExpert-1.38 приведены в приложениях 2-4. Детерминированные модели типа (1.1) приведены в

приложении 2 (ранговые распределения 11 факторов) и приложении 3 (бинарные отношения между учтенными факторами). В приложении 4 показаны модели, которые получены дополнением к уравнению (1.1) волновой функции колебательного возмущения.

Лесные земельные участки. Эта группа из трех факторов (одновременно влияющих параметров и зависимых показателей) показана в данных таблице 1.3 с их рейтингом.

Таблица 1.3

**Корреляционная матрица факторного анализа лесных земельных участков
пробных площадей березняков Северной Евразии**

Влияющие параметры x	Зависимые факторы (показатели y)			Сумма $\sum r$	Место I_x
	α , град	β , град	B , ранг		
Широта α , град	0,9798	0,313	0,401	1,6938	2
Долгота β , град	0,555	0,9929	0,196	1,7439	1
Бонитет B	0,335	0,242	1	1,5770	3
Сумма $\sum r$	1,8698	1,5479	1,597	5,0147	-
Место I_y	1	3	2	-	0,5572

Как влияющая переменная первое место занимает долгота восточная, а второе – широта Северной Евразии. Бонитет, как основное свойство почвенного покрова леса, занимает по рейтингу только третье место. Поэтому, для повышения точности факторного анализа, в России также как в Англии [90] нужно перейти на более точное натуральное измерение бонитета по номинальной производительности древостоя.

Пробные площади березняков. Рейтинг влияющих и зависимых факторов приведен в данных таблицы 1.4.

Таблица 1.4

**Корреляционная матрица факторного анализа параметров
пробных площадей березняков Северной Евразии**

Влияющие факторы (параметры x)	Зависимые факторы (показатели y)				Сумма $\sum r$	Место I_x
	$\bar{A}$, лет	t_u , лет	t_o , лет	$\bar{q}$, м ³ /га		
Возраст древостоя $\bar{A}$, лет	0,9935	0,006	0,9269	0,603	2,5294	2
Начало измерения t_u , лет	0,006	0,9961	0,42	0,127	1,5491	4
Начало онтогенеза t_o , лет	0,9307	0,461	0,9898	0,506	2,8875	1
Запас древесины $\bar{q}$, м ³ /га	0,507	0,111	0,475	0,9996	2,0926	3
Сумма $\sum r$	2,4372	1,5741	2,8117	2,2356	9,0586	-
Место I_y	2	4	1	3	-	0,5662

Места у влияющих переменных и показателей совпадают. На первое место вышло начало онтогенеза берез на пробных площадях. Поэтому

этот временной показатель становится решающим в изучении фитоценозов. Одновременно этот факт указывает на то, что вначале нужно измерять и изучать отдельные древесные растения (например, не менее 200 особей с одной пробной площади или же все популяции растений [61]) и только затем их объединять относительно пробной площади.

Современные информационные технологии позволяют это сделать.

Вопрос о том, насколько адекватны сами пробные площади самим древостоям березняков, мы в данном пособии не рассматриваем и поэтому исходные данные [108] принимаем полностью на веру.

Параметры «средней» березы. Виртуальная береза (среднего дерева в древостое не существует в статистической выборке из более 200 деревьев, поэтому нужно в дальнейшем принимать другие параметры по распределениям особей) по четырем параметрам дана в таблице 1.5.

Таблица 1.5

Корреляционная матрица факторного анализа параметров «средней» березы на пробных площадях березняков Северной Евразии

Влияющие факторы (параметры x)	Зависимые факторы (показатели y)				Сумма $\sum r$	Место I_x
	Густота $\bar{n}$, шт./га	Высота $\bar{H}$, м	Диаметр $\bar{D}$, см	Объем $\bar{V}_c$, м ³		
Густота деревьев $\bar{n}$, шт./га	0,9976	0,7336	0,8028	0,7676	3,3016	4
Высота березы $\bar{H}$, м	0,7497	0,9997	0,8922	0,777	3,4186	3
Диаметр ствола $\bar{D}$, см	0,693	0,9346	0,9989	0,9585	3,5850	1
Объем ствола $\bar{V}_c$, м ³	0,632	0,9314	0,9615	0,9857	3,5106	2
Сумма $\sum r$	3,0723	3,5993	3,6554	3,4888	13,8158	-
Место I_y	4	2	1	3	-	0,8635

На рейтинг сильно влияет точность измерения значений учитываемых параметров системы. На первом месте, причем как переменная и как показатель, оказался средний диаметр ствола на высоте 1,3 м у совокупности берез на пробной площади. За три столетия лесные таксаторы научились измерять эту физическую величину с точностью $\pm 0,05$ см (цена деления прибора 0,1 см, что составляет $100 \times 0,1 / 4 = 2,5$ % на минимальном диаметре ствола в 4 см). Но для вычислений кубатуры стволовой древесины применяются ступень толщины в 2 и 4 см, что, конечно же, является очень грубым измерением для экологической таксации.

Как влияющая переменная второе место занимает объем ствола березы. Это удивительно, так как объем ствола был вычислен отношением запаса стволовой древесины к относительной численности (густоте) берез. Из-за этого, то есть высокой неточности измерений (не менее 10 %), как показатель объем ствола занимает только третье место.

Как показатель на второе место выходит высота дерева, которая эклиметром измеряется с погрешностью не менее $100 \times 0,5 / 10 = 5 \%$, а длина ствола модельного дерева не менее 1 %. При этом разница между суммой коэффициентов корреляции у диаметра и высота небольшая (соответственно 3,6554 и 3,5993). Поэтому любое совершенствование способа измерения высоты дерева в растущем состоянии даст этому показателю первое рейтинговое место.

Общий рейтинг. По данным таблицы 1.2 рейтинговые места приведены в таблице 1.6.

Таблица 1.6

Полная корреляционная матрица и рейтинг факторов березняков Северной Евразии

Влияющие факторы (параметры x)	Зависимые факторы (показатели y) пробных площадей											Σr	I_x
	α	β	B	$\bar{A}$	t_u	t_o	$\bar{q}$	$\bar{n}$	$\bar{H}$	$\bar{D}$	$\bar{V}_c$		
Широта α , град												3,3948	9
Долгота β , град												3,3951	8
Бонитет B												3,338	10
Возраст $\bar{A}$, лет												6,1511	4
Начало измер. t_u , ле												2,7121	11
Нач. онтоген. t_o , ле												5,8400	5
Запас $\bar{q}$, м ³ /га												5,5246	7
Густота $\bar{n}$, шт./га												5,6296	6
Высота $\bar{H}$, м												6,2568	3
Диаметр $\bar{D}$, см												6,7277	1
Объем $\bar{V}_c$, м ³												6,7134	2
Сумма Σr	3,6688	3,2621	3,4835	7,2612	7,7501	6,1277	5,8744	4,9993	6,7203	6,6600	6,4118	55,6832	-
Место I_y	8	10	9	6	11	4	5	7	1	2	3	-	0,4602

Как зависимые показатели первые три места распределились так: 1 – высоте березы, м; 2 – диаметр ствола на высоте 1,3 м, см; 3 – объем ствола березы, м³. Таким образом, при учете всех 11 факторов лидером становится наглядный показатель – высота дерева. Начало онтогенеза занимает четвертое место.

Коэффициент коррелятивной вариации. Этот статистический показатель необходим для сравнения между собой различных групп факторов в одной системе и даже разных объектов исследования.

Лесные земельные участки березняков получили (см. табл. 1.3) коррелятивную вариацию $5,0147 / 3^2 = 0,5572$. Это гораздо больше общего коэффициента по данным таблицы 1.6 $55,6832 / 11^2 = 0,4602$. Еще больше этот показатель у 476 пробных площадей 0,5662 (см. табл. 1.4).

Наибольший коэффициент коррелятивной вариации $13,8158 / 4^2 = 0,8635$ наблюдается у совокупности из 476 «средних» берез. Таким образом, по Чарльзу Дарвину наиболее изменчивы деревья березы, потом их площади произрастания и менее всего коррелятивно варьируют земельные участки под березняками. При этом в целом березняки как фитоценозы получают еще меньший, по сравнению с земельными участками, коэффициент коррелятивной вариации.

Если выделить временные отрезки от начала онтогенеза или от начала проведения измерений, то можно вывить закономерности динамики коэффициента коррелятивной вариации у одних и тех же пробных площадей после проведения на них повторных неразрушающих измерений. Это и есть будущее у лесного мониторинга.

По коррелятивной вариации можно сопоставлять не только различные фитоценозы, но и древостои с другими синузиями леса, а также с совершенно разнородными природными, природно-техногенными и природно-антропогенными объектами исследования.

1.5. Предпорядок предпочтительности и ранги

Добротность данных любых измерений оценивается ранговым распределением значений каждого из параметров древостоя по рангам $r = 0,1,2,\dots$. По сути – это процесс сопоставления значений у разных факторов с полным рядом натуральных чисел.

В диагональных клетках таблицы 1.2 расположены коэффициенты корреляции монарных отношений факторов, то есть результаты влияния значений фактора на самого себя. Такое влияние можно получить ранговым распределением [22-25].

Монарное отношение показывает добротность исходных данных и служит средством для проверки их достоверности. Коэффициент корреляции по 11 параметрам березняков для ранговых распределений равен более 0,9700 и поэтому табличная модель В.А. Усольцева [108] является статистически достоверной выборкой.

При моделировании, как известно, эвристические (содержательные) аспекты измерений и добросовестности авторов не учитываются.

Каждый фактор в таблице 1.1 был ранжирован по вектору предпорядка предпочтительности «лучше → хуже», когда наилучшему по качеству (эвристическим соображениям) значению фактора присваивается нулевой ранг, а наихудшему – последний ранг.

Тогда ориентированные по указанному вектору предпочтительности факторы располагаются в следующей последовательности:

$\alpha \downarrow$ - широта северная (южнее березняк, тем лучше), град;

$\beta \downarrow$ - долгота восточная (западнее березняк, тем лучше), град;
 $B \downarrow$ - ранг бонитета (чем меньше ранг, тем лучше почвенные условия места произрастания березняка);
 $\bar{A} \uparrow$ - средний возраст деревьев (взрослее березняк, тем лучше), лет;
 $t_u \uparrow$ - время измерения с начала изучения древостоев с 1927 г. (чем раньше было начато изучение древостоя, тем лучше), лет;
 $t_o \downarrow$ - начало онтогенеза березняка на пробной площади с 1667 г. (чем ближе онтогенез к самому древнему древостою, тем лучше), лет;
 $\bar{q} \uparrow$ - средний удельный запас древесины (для потребностей человека в древесине чем больше запас стволовой древесины, тем лучше, но в фитоценозе в будущем может оказаться совсем наоборот), м³/га;
 $\bar{n} \downarrow$ - средняя густота деревьев (чем свободнее развиваются и растут лесные деревья, тем лучше), шт./га;
 $\bar{H} \uparrow$ - средняя высота деревьев (чем выше лесное дерево, тем оно конкурентоспособнее по сравнению с соседями), м;
 $\bar{D} \uparrow$ - средний диаметр ствола (чем больше диаметр ствола на высоте 1,3 м, тем больше запаса питательных веществ для развития и роста в последующие годы жизнедеятельности), см;
 $\bar{V}_c \uparrow$ - средний расчетный объем ствола (чем крупнее особь, тем лучше для её поведения и жизнедеятельности), м³.
 Упорядочение по вектору предпорядка предпочтительности позволяет оперировать всем множеством ранговых распределений [1, 35].

1.6. Ранговые распределения

Далее рассмотрим каждое ранговое распределение, коэффициент корреляции которого в таблице 1.2 расставлен в диагональных клетках. При этом факторы рассмотрим для удобства сравнения попарно. Первая пара относится к группе геодезических параметров березняков. Однако в исходных данных не учтена высота расположения березняка над уровнем Балтийского моря.

Широта северная и долгота восточная. Оба географических параметра изменяются примерно одинаково (рис. 1.1).

Различия имеются по графикам остатков и конструкции формул:

$$\alpha = 37,50346 \exp(0,096238r^{0,40425}); \quad (1.2)$$

$$\begin{aligned} \beta = & -117,1149 \exp(2,03199r^{0,13264}) + \\ & + 796,0247r^{0,35000} \exp(0,0061779r^{0,80468}). \end{aligned} \quad (1.3)$$

Все полученные формулы подчиняются общей конструкции (1.1). Можно допустить, что модель (1.1) действительна и для других пород.

Ранг бонитета. Он получил однозначное распределение $B = r$. Поэтому речь идет не о добротности измерений, а о переходе на систему исчисления по потенциальной продуктивности лесного земельного участка под древостоем березы. Тогда можно ожидать повышения точности измерений продуктивности лесной почвы и, соответственно, повышения адекватности выявляемых биотехнических закономерностей.

Три фактора времени. Исходя из возраста березняка и года проведения измерений, были приняты еще два параметра – время начала измерений t_u пробной площади и начала онтогенеза t_o берез на ней. Тогда получается, что березняки оцениваются тремя шкалами времени.

Идентификацией исходной модели (1.1) получены четыре экспоненциальных закона (рис. 1.2). Из которых средний возраст определяется разностью между двумя экспоненциальными законами гибели (спада):

$$\bar{A} = 3887,538 \exp(-0,065037r^{0,96409}) - 3685,234 \exp(-0,057625r^{1,00657}); (1.3)$$

$$t_u = 71,4714 \exp(-0,010087r^{1,22044}); (1.4)$$

$$t_o = 140,8376 \exp(0,18204r^{0,31570}). (1.5)$$

Из формул видно, что два параметра подчиняются закону экспоненциальной гибели (спада), а третий – закону экспоненциального роста.

Рис. 1.2. Графики экспоненциальных законов распределения и остатков по ним

Из данных таблицы 1.1 рассмотрим первую пробную площадь, измеренную в 1974 г. [108]. На хронологическом времени получим три среза t_I (1667), t_{II} (1927) и t_{III} (1974). Начало онтогенеза равно из разности $\tau_{III} - \bar{A}$ с $1974 - 79 = 1895$ г., а время до начала онтогенеза t_o будет равно $t_o = \tau_{III} - \tau_I - \bar{A}$, и оно было продолжительностью в $1974 - 1667 - 79 = 228$ лет. Это достаточно для анализа динамики показателей.

Удельный запас древесины и густота деревьев. Из графиков на рисунке 1.3 видно, что по закономерности (1.1) эти таксационные параметры пробных площадей березняков изменяются по формулам:

$$\begin{aligned} \bar{q} = & 485,3616 \exp(-0,00013684r^{1,58082}) - \\ & - 45,05408r^{0,42044} \exp(-0,021323r^{0,69875}); \end{aligned} \quad (1.6)$$

$$\bar{n} = 282,3294 \exp(0,00073789r^{1,43865}) + 1,52295 \cdot 10^{-22} \exp(0,059097r^{1,15644}). \quad (1.7)$$

Рис. 1.3. Распределение запаса древесины и густоты деревьев на пробной площадке

Есть некая асимметрия между двумя факторами.

Первая составляющая (1.1) показывает естественную тенденцию (генотипическое изменение) и она в формулах (1.6) и (1.7) соответствует экспоненциальному закону. Но запас имеет тенденцию к спаду, а плотность березняков, наоборот, к повышению.

Вторая составляющая (фенотипическое изменение) показывает, как правило, антропогенное влияние. Она кризисная (отрицательный знак) для березняков по запасу древесины, причем имеет максимум на некоторых рангах запаса, и позитивная по второму экспоненциальному росту по густоте.

Из формулы (1.7) можно заключить, что березняки Северной Евразии загущаются из-за глобального потепления (первая составляющая) и дополнительно нарастают плотность особей из-за человеческого влияния (вторая составляющая).

Параметры «средней» березы. Организмы и их популяция неразделимы. Поэтому в будущем нужно все модельные деревья, принятые на данной пробной площадке, включить в таблицу данных без усреднения таксационных показателей, Усреднение в [108] значений таксационных показателей (рис. 1.4) дало потерю апостериорной информации.

Можно бросить клич – не усредняйте данные своих измерений!

Рис. 1.4. Распределение параметров «среднего» дерева на пробных площадках березняков

По «средней» березе были получены двухчленные формулы вида:

$$\begin{aligned} \bar{H} = & 30,55817 \exp(-0,0013845r^{1,09415}) - \\ & - 2,11867r^{0,25850} \exp(0,0040429r^{0,99689}); \end{aligned} \quad (1.8)$$

$$\begin{aligned} \bar{D} = & 50,28585 \exp(-0,018085r^{1,03033}) - \\ & - 9,05524r^{0,47887} \exp(0,0081011r^{1,14120}); \end{aligned} \quad (1.9)$$

$$\begin{aligned} \bar{V} = & 2,18817 \exp(-0,37875r^{0,39283}) - \\ & - 1,04128 \cdot 10^{-12} \exp(10,31665r^{0,14480}). \end{aligned} \quad (1.10)$$

Антропогенное давление на березняки по параметрам дерева нега-

тивное, так как во всех трех формулах перед второй составляющей имеется отрицательный знак.

При этом можно вычислить оптимум высоты дерева и диаметра ствола на высоте 1,3 м, которые предпочтительны людям как активным «хищникам» - заготовителям кругляка.

А вот естественный тренд у линейных параметров различен. Из-за потепления климата высота снижается, а стволы берез жиреют, диаметр возрастает. Этот факт означает, что питательные вещества остаются в комлевой части и березы всё больше теряют стройную форму ствола.

1.7. Комплекс статистических моделей

Чтобы сопоставить показатели (табл. 1.7), необходимо при ранжировании их значений принять предпорядок предпочтения.

Таблица 1.7

Матрица параметров модели (1.1) рангового распределения пробных площадей									
Параметр	Первая составляющая модели (1.1)				Вторая составляющая модели (1.1)				Коэфф. коррел.
березняка	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	a_6	a_7	a_8	
α , град	37,50346	0	-0,096238	0,40425	0	0	0	0	0,9798
β , град	-117,1149	0	-2,03199	0,13264	796,0247	0,35000	-0,0061779	0,80468	0,9929
B , ранг	1	0	0	0	0	0	0	0	1
$\bar{A}$, лет	3887,5378	0	0,065037	0,96409	-3685,2336	0	0,057625	1,00657	0,9935
t_u , лет	71,47141	0	0,010087	1,22044	0	0	0	0	0,9961
t_o , лет	140,8376	0	-0,18204	0,31570	0	0	0	0	0,9898
$\bar{q}$, м ³ /га	485,3616	0	0,00013674	1,58082	45,05408	0,42044	0,021323	0,69875	0,9996
$\bar{n}$, шт./га	282,3294	0	-0,00073789	1,43865	1,52295	0	-0,059097	1,15644	0,9976
$\bar{H}$, м	30,55817	0	0,0013845	1,09416	-2,11867	0,25850	-0,0040429	0,99689	0,9997
$\bar{D}$, см	50,28585	0	-0,018085	1,03033	-9,05524	0,47887	-0,0081011	1,14120	0,9989
$\bar{V}_c$, м ³	2,18817	0	0,37875	0,39283	-1,04128e-12	0	-10,31665	0,14480	0,9885

Сравнение с общей моделью (1.1) показывает, что параметр a_2 равен нулю и биотехнический закон превращается в закон гибели в общей форме (конструкции). Наибольшую адекватность по коэффициенту корреляции 0,9997 получила высота дерева березы, а наименьшую 0,9798 – ширина расположения пробной площади березняка. Таким образом, все статистические модели рангового распределения имеют высокую адекватность более 0,95. Этот факт означает, что лесные древостои весьма коррелятивны по ранговым распределениям значений параметра.

Еще раз напомним, что нами рекомендуется направленность рангов $r = 0,1,2,3,...$ принять по вектору «лучше → хуже». Мозг человека так уж

устроен, что вначале обращает внимание на лучшее и меньше всего запоминает худшее. Если большее значение показателя лучше по сравнению с меньшим значением, то ставим знак $\downarrow$, наоборот - знак $\uparrow$.

Матричная форма записи уравнений компактна. Вторым параметром модели (1.1) оказался равным нулю. Поэтому первая составляющая превращается в экспоненциальный закон роста или гибели. При этом наибольшее значение коэффициента корреляции наблюдается у высоты дерева (англичане правы, беря 100 деревьев-лидеров за характеристику древостоя), а наименьшее – широты.

Анализ тенденций по антропогенному воздействию. По моделям конструкции (1.1) вычисляются сравнительные показатели древостоя.

Длина рангового ряда равна $r_{\max}$ (табл. 1.8). Наибольший ранг $r_{\max}$ наблюдается у объема ствола березы, а наименьший $r_{\min}$ – у времени начала измерений.

Феногенотипические свойства березняков, по-видимому, определяются остатками $y_\phi - y$, где y_ϕ – фактическое значение.

Приспособляемость и динамичность березняков. Коэффициент приспособляемости древостоя к внешней среде равен $k_{np} = y_2 / y_1$ и, по сути, определяет отношение фенотипа к генотипу берез (табл. 1.8).

Таблица 1.8

**Добротность и динамичность пробных
площадей березняков Северной Евразии**

Параметр березняка	Коэфф. корреляции	Длина ряда	Коэффициент приспособляемости	Коэфф. динамичности
Широта α , град	0,9798	74	-	0,0788
Долгота β , град	0,9929	89	-1,031	0,0930
Бонитет B , ранг	1	-	-	-
Возраст A , лет	0,9935	85	-0,681	-0,6404
Начало измерений t_u , лет	0,9961	37	-	-0,2000
Начало онтогенеза t_o , лет	0,9898	108	-	0,0400
Запас $\bar{q}$, м ³ /га	0,9996	296	-0,983	-0,8786
Густота $\bar{n}$, шт./га	0,9976	409	6,206	0,0393
Высота дерева $\bar{H}$, м	0,9997	198	-0,939	-0,4981
Диаметр ствола $\bar{D}$, см	0,9989	220	-1	-0,7081
Объем ствола $\bar{V}_c$, м ³	0,9885	410	-1,355	-1

Позитивно березняки с коэффициентом $k_{пр\max} = 6,206$ приспосабливаются к изменениям окружающей среды и условий мест произрастания динамикой густоты (относительной численности) деревьев, а негативно (кризисно для себя) – по объему ствола с наибольшим отрицательным коэффициентом динамичности.

Динамичность поведения древостоя оценивается формулой $k_d = \varepsilon / y$. Волновую динамику можно оценивать дополнительными уравнениями колебаний (приложение 4). Максимально негативное значение коэффициента динамичности, по данным таблицы 1.8, наблюдается у параметра - объема ствола «среднего» дерева в березняке.

Контрольные вопросы

- 1. Почему березняки могут стать основой биокаркаса территории?*
- 2. Какие параметры дают географическое положение участков?*
- 3. Объясните общую конструкцию рангового распределения параметров березняков и множества берез.*
- 4. Дайте объяснения составляющим общей модели параметров.*
- 5. Прочитайте про березу и её свойства для биотехнических мер.*
- 6. Выберите тему НИРС по картографическим измерениям местных березняков и лесных земельных участков.*

2. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЧИСЛЕННОСТИ БЕРЕЗНЯКОВ

2.1. Общие сведения

Нужно отметить, что отечественные статистические данные о лесах имеют два главных недостатка:

во-первых, засилье грубых шкал у количественно представляемых факторов (ступень толщины, разряд высот, класс бонитета и пр.), которые были введены для упрощения неавтоматизированных расчетов;

во-вторых, до сих пор сильно влияние лесной математики XIX века, пожелавшей стать царицей наук в лесном деле и опирающаяся в основном только на среднее арифметическое значение.

От доктрины лесной математики формально лесоводы вроде бы отказались, но её принципы и позиции чрезвычайно сильны. До сих пор студенты учат классической вариационной статистике, заставляя применять в моделировании не имеющие физического смысла уравнения, например, полиномы. В итоге у лесных специалистов выработалось негативное отношение ко всей математической статистике и полное отторжение от биотехнических закономерностей.

Упорно в современных информационных технологиях применяются отжившие принципы математического моделирования XIX века

Постепенно приходит понимание целостности свойств не только у леса как распластанного по всей суше Земли живого существа, но и в биологической сущности каждого отдельного древостоя с взаимосвязанными в ходе развития и роста лесных деревьев параметрами.

2.2. Распределение количества пробных площадей

Общее количество пробных площадей березняков Северной Евразии одинаковое и равно 476 шт. По значениям каждого параметра они распределяются неодинаково.

Фрагмент распределения общей численности 466 пробных площадей по 10 первым числам приведен в таблице 2.1.

В отличие от данных таблицы 1.1 здесь показаны, напротив значения каждого параметра березняка, количество этих значений в общем множестве березняков.

Шкала бонитета имеет 10 интервалов, поэтому столбец завершается десятью строками данных. Меньшее число интервалов бонитета дает ложную идентификацию. Такие шкалы уведут от сути показателя [5]. Количество членов статистического ряда, распределения по интервальным шкалам [47] дает совершенно новый показатель – удельную чис-

ленность m_x по значениям интервалов принятой шкалы. Поэтому в исследованиях лесных ареалов всегда за шкалу измерений лучше всего следует принять результаты измерений без их группировки.

Таблица 2.1
Распределение численности берез по значениям факторов березняков (фрагмент)

№	Широта		Долгота		Бонитет B , ранг	Возраст A , лет	Начало измере- ний		Начало онтоге- неза		Густота $\bar{n}$, шт./га	Высота $\bar{H}$, м	Диаметр $\bar{D}$, см	Запас $\bar{q}$, м³/га	Объем $\bar{V}_c$, м³							
	α , град		β , град				t_u , лет		t_o , лет													
1	34	1	-113	1	0	3	190	1	73	1	125	1	76	1	30,3	2	48,2	1	484	2	2,0000	1
2	41	2	-110	1	1	18	185	1	71	62	130	1	144	1	28,8	1	41,7	1	468	2	1,6194	1
3	43	1	-59,5	1	2	66	180	1	70	22	135	1	155	1	27,1	2	41	1	410	1	1,5477	1
4	43,217	3	-41	5	3	87	120	2	69	1	183	2	167	1	27,0	1	40,4	1	404	1	1,5309	1
5	43,5	3	-36,667	3	4	110	110	1	68	8	196	1	228	1	26,9	1	37,5	1	403	1	1,3369	1
6	44	5	-29,834	3	5	109	100	12	66	1	198	1	243	1	26,5	1	37	1	402	1	1,2067	1
7	44,334	1	0,25	9	6	38	95	3	65	1	200	1	270	1	26,3	1	34,7	1	397	1	1,1607	1
8	45	2	0,884	2	7	12	91	1	64	1	204	2	279	1	26,1	1	34	1	389	1	1,0413	1
9	46,5	1	1,334	2	8	11	90	9	63	14	208	1	280	1	26,0	3	33	1	385	1	0,9219	1
10	47,834	1	2	5	9	6	88	1	60	1	209	3	283	1	25,8	1	33	1	380	1	0,8643	1

Примечание. Дополнительный столбец показывает численность данного значения у параметра березняка.

В таблице 2.1 приняты условные обозначения: α - широта северная, град; β - долгота восточная, град; B - ранг бонитета: ранг 0 – класс Ib; 1 – Ib; 2 – Ia; 3 – I; 4 – II; 5 – III; 6 – IV; 7 – V; 8 – Va; 9 – Vб; 10 – Vв; $\bar{A}$ - средний возраст деревьев, лет; t_u - время измерения с начала изучения древостоев с 1927 г., лет; t_o - начало онтогенеза березняка на пробной площади с 1667 г., лет; $\bar{q}$ - средний удельный запас древесины, м³/га; $\bar{n}$ - средняя густота деревьев, шт./га; $\bar{H}$ - средняя высота деревьев, м; $\bar{D}$ - средний диаметр ствола, см; $\bar{V}_c$ - средний расчетный объем ствола, вычисленный по данным [108] из соотношения $\bar{q} / \bar{n}$, м³.

Распределение количества пробных площадей березняков нами принимается по значениям каждого из 11 учтенных факторов. Тогда, например, диаметр ствола на высоте 1,3 м распределяется не по ступеням толщины, как это привыкли делать лесные таксаторы, а по шкале диаметра с интервалом, равным цене деления или удвоенной точности измерений. В данном случае цена деления равна 0,1 см, поэтому и шкала для распределения результатов измерений будет равна интервалу между минимумом и максимумом изменения значений фактора. Такой подход существенно уточняет закономерности распределения [40].

2.3. Характеристика распределения

Результаты моделирования и возможные (кроме рангов бонитета) 10-интервальные и другие шкалы распределения по формуле Г.А. Стреджеса [47] даны в таблице 2.2.

Таблица 2.2

Характеристика распределения по формуле Г.А. Стреджеса количества пробных площадей (476 шт.) березняков Северной Евразии

Параметр березняка	Кол-во n , шт.	Полнота распределения	Номер $i_{\max}$, шт.	Коэфф. распределения	Коэфф. коррел. R	Границы		Размах R_x	Интервал	
						$x_{\max}$	$x_{\min}$		$R_x/10$	Δx
Широта α , град	468	0,9832	77	0,165	0,4380	70	34	36	3,6	4
Долгота β , град	468	0,9832	89	0,190	0,3760	160	-113	273	27,3	25
Бонитет B , ранг	461	0,9685	10	0,022	0,9999	9	0	9	-	-
Возраст $\bar{A}$, лет	468	0,9832	85	0,182	0,7289	190	4	186	18,6	20
Нач. изм. t_u , лет	468	0,9832	38	0,081	0,6690	73	25	48	4,8	5
Нач. онт. t_o , лет	468	0,9832	109	0,233	0,6520	326	125	201	20,1	20
Запас $\bar{q}$, м ³ /га	466	0,9790	301	0,646	0,3630	484	0,34	483,66	48,366	50
Густота $\bar{n}$, шт./га	461	0,9685	412	0,894	-	143900	76	143824	143,824	150
Высота $\bar{H}$, м	467	0,9811	199	0,426	0,3270	30,3	0,6	29,7	2,97	3
Диаметр $\bar{D}$, см	460	0,9664	223	0,485	0,4210	48,2	0,66	47,54	4,754	5
Объем $\bar{V}_c$, м ³	456	0,9580	413	0,9060	-	2,0000	0,0001	1,9999	0,19999	0,2

Далее рассмотрим распределение численности по значениям каждого параметра древостоя (табл. 2.1) с одной волновой составляющей [7, 8, 30, 47, 90].

По данным таблицы 2.1 модели распределения не были получены по густоте древостоя и производного от неё параметра – среднего объема ствола. Например, ряд объемов получает только один элемент по каждому значению фактора. В этих двух распределениях наблюдается редкость событий, поэтому нужны намного большие объемы статистической выборки по густоте и среднему объем ствола березы.

2.4. Параметры лесного земельного участка

Широта северная по количеству пробных площадей изменяется (рис. 2.1) по двухчленной формуле

$$m_{\alpha} = m_{\alpha 1} + m_{\alpha 2}, \quad (2.1)$$

$$m_{\alpha 1} = 4,67864 \cdot 10^{-81} \alpha^{53,00137} \exp(-0,0078020 \alpha^{2,01595}),$$

$$m_{\alpha 2} = A \cos(\pi \alpha / p - 0,032064),$$

$$A = -1,36712 \cdot 10^{-73} \alpha^{52,37363} \exp(-0,33793 \alpha^{1,19552}),$$

$$p = 0,90573 + 0,0029818 \alpha^{1,20169},$$

где m_α - численность пробных площадей при одном значении широты, шт., α - широта расположения пробной площади березняка, град, A - амплитуда (половина) колебательной адаптации численности березняков, шт., p - период (половина) колебательного возмущения численности пробных площадей березняков северной Евразии, град.

Численность пробных площадей по широте Численность пробных площадей по долготе
Рис. 2.1. Распределение пробных площадей березняков по значениям широты и долготы

Далее половина амплитуды A и полупериод p в последующих формулах будут изменяться по смысловому содержанию, то есть в соответствии с размерностями изучаемого зависимого показателя (по оси ординат) и влияющей переменной (по оси абсцисс).

Долгота восточная по количеству пробных площадей изменяется (рис. 2.2) также по двухчленной формуле вида

$$m_\beta = m_{\beta 1} + m_{\beta 2}, \quad (2.2)$$

$$\beta' = \beta + 180, \quad m_{\beta 1} = 2,73847 \cdot 10^{-44} \beta'^{21,17010} \exp(-0,0022375 \beta'^{1,59276}),$$

$$m_{\beta 2} = A \cos(\pi \alpha / p + 3,17052),$$

$$A = 5,28486 \cdot 10^{-36} \beta'^{17,35387} \exp(-0,0055768 \beta'^{1,40646}),$$

$$p = 36,08376 - 0,017722 \beta'^{1,20462}.$$

Ранг бонитета по количеству пробных площадей изменяется (рис. 2) по трехчленной закономерности:

$$m_B = m_{B1} + m_{B2} + m_{B3}, \quad (2.3)$$

$$m_{B1} = 4,91986 \exp(0,067109 B),$$

$$m_{B2} = 19,37695 B^{1,38265} \exp(-8,57179 \cdot 10^{-5} B^{5,56150}),$$

$$m_{B3} = A \cos(\pi \alpha / p - 1,33956), \quad A = -10,40907 \exp(-0,025084B),$$

$$p = 1,46696 - 8,33386 \cdot 10^{-5} B^{3,37697}.$$

Из-за высокого округления человеком для удобства вычислений шкала бонитета дает корреляцию, почти равную единице.

Рис. 2.2. Распределение пробных площадей по значениям ранга бонитета

Из рисунка 2.2 видно, что максимальное количество пробных площадей березняков относится к рангам бонитета 4 и 5 или к классам бонитета II и III. При этом форма графика явно не относится к нормальному закону распределения Гаусса-Лапласа. Такая высокая адекватность, возникающая из-за малой численности интервалов шкалы, давно увлекла лесных таксаторов от сути действительного распределения лесных деревьев и их сообществ. Но, еще раз подчеркнем, нужно распределять, в данном случае количество пробных площадей березняков, по фактическому бонитету ($\text{м}^3/\text{га}$) [90].

2.5. Параметры пробной площади березняка

Без учета густоты древостоя в этой группе остались три параметра, которые распределяются также по тренду или тенденции (детерминированная часть) дополнительно с волновыми составляющими модели.

Средний возраст берез по количеству пробных площадей изменяется (рис. 2.3) по двухчленной формуле

$$m_{\bar{A}} = 0,42906 \bar{A}^{1,35128} \exp(-0,11801 \bar{A}^{0,79254}) +$$

$$+ A \cos(\pi \bar{A} / p - 0,032707), \quad (2.4)$$

$$A = 328,6393 \bar{A}^{12,12492} \exp(-19,67917 \bar{A}^{0,24474}), \quad p = 1,25021.$$

Рис. 2.3. Распределение пробных площадей по возрасту березняков

Коэффициент корреляции 0,7289 самый высокий (без учета бонитета) и поэтому относит уравнение (2.4) к сильным факторным связям. При этом возможна вторая и последующие волновые составляющие возрастной структуры березняков Северной Евразии типа [26, 27].

Начало измерения древостоя по количеству пробных площадей изменяется (рис. 2.4) по трехчленной формуле

$$m_H = m_{H1} + m_{H2} + m_{H3}, \quad (2.5)$$

$$m_{H1} = 5,37963 \cdot 10^{-11} \exp(0,24834 t_u^{1,09652}),$$

$$m_{H2} = 4,12358 \cdot 10^{-84} t_u^{67,62364} \exp(-1,71759 t_u^{0,94581}),$$

$$m_{H3} = A \cos(\pi \alpha / p - 0,28293),$$

$$A = 5,24304 \cdot 10^{-101} t_u^{55,47996} \exp(-0,025742 t_u),$$

$$p = 3,31627 - 0,0013035 t_u.$$

Начало измерения древостоя с 1927 г.

Начало онтогенеза березняка с 1667 г.

Рис. 2.4. Распределение количества пробных площадей березняков Северной Евразии

Этот показатель является уникальным, показывающим поведение исследователей при контакте с лесными фитоценозами Северной Евразии с 1927 по 1999 годы. Было получено более 10 волновых составляющих, поэтому историографический анализ (2.5) с дополнениями будет показан отдельно в других публикациях. Модель (2.5) имеет среднюю адекватность.

Начало онтогенеза березняка по количеству пробных площадей изменяется (рис. 2.4) также со средней адекватностью в пределах коэффициента корреляции 0,5-0,7 по трехчленной формуле

$$m_O = m_{O1} + m_{O2} + m_{O3}, \quad (2.6)$$

$$m_{O1} = 1,09726, \quad m_{O2} = 2,26551 \cdot 10^{-152} t_o^{71,36983} \exp(-0,016650 t_o^{1,43649}),$$

$$m_{O3} = A \cos(\pi \alpha / p - 2,96267),$$

$$A = 4,55353 \cdot 10^{-105} t_o^{51,53556} \exp(-0,071082 t_o^{1,16194}), \quad p = 2,43357.$$

Онтогенез древостоев у лесных массивов и ареалов в будущем станет важнейшим параметром динамики ядра растительного покрова Земли. Из формулы (2.6) видно, что первая составляющая превратилась в постоянный член. Это значит, что в любое время жизнедеятельности лесов человек изучал хотя бы один березняк. В ходе развития и роста период колебания всего множества (468 шт. по данному показателю) березняков Северной Евразии равен $2 \times 2,43357 \cdot 4,86714 \approx 5$ лет.

2.6. Параметры средней березы на пробной площади

Здесь также получены модели по трем показателям.

Удельный запас древесины по количеству пробных площадей изменяется (рис. 2.5) со слабой адекватностью так:

$$m_O = m_{O1} + m_{O2} + m_{O3}, \quad (2.7)$$

$$m_{q1} = 1, \quad m_{q2} = 0,012418 q^{0,99105} \exp(-0,00024256 q^{1,60965}),$$

$$m_{q3} = A \cos(\pi \alpha / p - 4,38047),$$

$$A = 9,01870 \cdot 10^{-36} q^{21,34348} \exp(-0,17603 q^{1,00483}),$$

$$p = 4,06171 + 0,0012721 q^{1,13669}.$$

Первая составляющая равна единице, то есть в любом случае на территории любого березняка должна быть хотя бы одна береза. Размер выборки равен $i_{\max} = 301$ шт. пробных площадей. Чем больше значений у параметра, тем меньше возможность моделирования распределения идентификацией устойчивых законов. Поэтому, при $i_{\max} = 412$ шт., как

видно из данных таблицы 2.2, когда коэффициент распределения равен 0,894, биотехническая закономерность не получается (аналогично такого закона не образуется и по объему древесины ствола).

Рис. 2.5. Распределение пробных площадей по удельному запасу стволовой древесины

Коэффициент корреляции 0,363 относит модель (2.7) к слабым факторным связям в пределах от 0,3 до 0,5.

Средняя высота деревьев изменяется (рис. 2.6) по формуле вида

$$m_H = m_{H1} + m_{H2} + m_{H3}, \quad (2.8)$$

$$m_{H1} = 1, \quad m_{H2} = 0,00014655H^{3,99433} \exp(-0,00073878H^{2,65817}),$$

$$m_{H3} = A \cos(\pi\alpha / p - 2,26244),$$

$$A = 2,86284 \cdot 10^{-78} H^{90,77327} \exp(-4,15918H^{1,03345}),$$

$$p = 0,43732 + 0,00041412H^{1,46857}.$$

Средняя высота деревьев березы

Средний диаметр деревьев березы

Рис. 2.6. Распределение количества пробных площадей березняков Северной Евразии

Здесь также образовались слабая факторная связь.

Диаметр ствола по количеству пробных площадей изменяется (рис. 2.6) по двухчленной формуле

$$m_D = m_{D1} + m_{D2} + m_{D3}, \quad (2.9)$$

$$m_{D1} = 1, \quad m_{D2} = 0,39091D^{0,67073} \exp(-0,00052892D^{2,51668}),$$

$$m_{D3} = A \cos(\pi\alpha / p + 1,99876),$$

$$A = 5,54993 \cdot 10^{-9} D^{11,71996} \exp(-0,82683D),$$

$$p = 0,53447 - 0,0042647D^{0,62141}.$$

Средний диаметр ствола, как и средняя высота дерева, имеет слабую тесноту связи. Этот факт указывает на то, что эти показатели нужно принимать без усреднения по всем учетным на пробной площади деревьям. Поэтому нужен массив данных, в которых березняки приведены не по средним значениям, а по всем выборкам из измеренных деревьев.

Теснота связи меняется от размера статистической выборки. Коэффициент корреляции в зависимости от максимального номера значений у девяти параметров березняков изменяется (рис. 2.7) по формуле

$$R = 17,49812 \exp(-2,33569 i_{\max}^{0,089544}). \quad (2.10)$$

Рис. 2.7. Распределение коэффициента корреляции (табл. 3) по максимальному номеру значений параметров пробных площадей березняков Северной Евразии

С высокой предсказательной силой (коэффициент корреляции на рисунке 2.7 равен 0,8590) формула (2.10) показывает, что с увеличением числа интервалов показатель тесноты факторной связи снижается. Оказалось, что при количестве интервалов менее 10 коэффициент корреля-

ции становится даже больше единицы, Иначе говоря, грубая классификация по классам бонитета находится на грани статистически допустимой малочисленной шкалы.

Для естественного распределения численности наименьшим интервалом становится погрешность измерений. При росте количества значений параметра березняка возрастает коэффициент распределения и убывает коэффициент корреляции идентифицируемой закономерности.

При формировании добротной таблицы фитоценозов рекомендуется:

1) повысить точность измерений всех учитываемых факторов, что приведет к тенденции $i_{\max} \rightarrow n$, при этом по всем учетным или модельным деревьям с каждой пробной площади приводить табличные данные без их усреднения;

2) затем как можно больше расширить множество пробных площадей древостоев у каждого вида деревьев до выполнения статистического условия $n/i_{\max} \geq 1$;

3) перейти к моделированию и факторному анализу всех пробных площадей, вне зависимости от породы лесных деревьев, что позволит совершенствовать в дальнейшем методологию геостатистики лесных фитоценозов и геоэкологического анализа [115-125] биокаркаса территории, причем вне зависимости от их классификационного разделения.

Контрольные вопросы

- 1. Объясните особенности распределений численности древостоев.*
- 2. Какие существуют шкалы распределения значений факторов?*
- 3. Почему шкала с интервалом, равным удвоенной погрешности измерения (или цене деления измерительного прибора), лучше?*
- 4. Какие недостатки у шкалы бонитета?*
- 5. Дайте характеристику шкалы распределения по Г.А. Стреджесу.*
- 6. Почему в формулах распределения появляются волновые составляющие колебательного возмущения древостоев?*
- 7. Дайте оценку закономерностей распределения параметров лесных земельных участков по геодезическим и координатам.*
- 8. Оцените адекватность закономерностей распределения значений у параметров березняков по пробным площадям.*
- 9. Охарактеризуйте тесноту факторной связи у параметров «среднего» дерева на пробных площадях березняков.*
- 10. Сформулируйте тему НИРС и/или магистерской диссертации по изучению геостатистики на древостоях и на других объектах исследования биокаркаса территории.*

3. ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОБНЫХ ПЛОЩАДЕЙ БЕРЕЗНЯКОВ

3.1. Эффект экосистемной суперпозиции

Любое измерение [108], проведенное по учтенным параметрам (количественно выраженным факторам) березняка, свойства которого признаются ныне через пробные площади, дает «срез» всей системы взаимодействий между изучаемыми факторами.

Множество измерений, как срезы во времени, дает картину функционирования или популяционную динамику. Этот эффект мы назвали *экосистемной суперпозицией*.

Исходя из принципа дополнительности в геоботанике [17] под суперпозицией (от лат. *super* - над и *position* - положение, расположение) понимается общность изучения пробных площадей, измеренных разными авторами в разные годы, а также возможность раздельного изучения факторных отношений.

Такую суперпозицию можно рассматривать не только применительно к древесным растениям, но и к другим подцарствам биосферы Земли.

Отдельное рассмотрение влияния восточной долготы β на северную широту α по структуре формулы $\alpha = f(\beta)$ дает наглядное картографическое представление о распределении пробных площадей березы.

Таблица 3.1

Географические параметры
пробных площадей

№ п/п	Широта α , град	Долгота β , град
1	61.001	45.967
2	59.667	11.5
3	52.483	0.25
4	52.483	0.25
5	52.483	0.25
...	...	...
472	43.217	142.45
473	43	144
474	34	135.5
475	41	48
476	41	48

В таблице 3.1 приведен фрагмент по банку данных [108] по 476 березнякам Северной Евразии.

Сравнение числовых значений α и β по двум столбцам показало, что из 476 пробных площадей восемь из них не имеют значений хотя бы по одному фактору. Такие строки исключили из массива данных (остались 468 строк).

Тогда, за период измерений всех пробных площадей по всем породам Северной Евразии с 1927 по 1999 годы, то есть за 72 года, таблица 3.1 дает пространственно-временную и амплитудно-

частотную цифровую модель поведения 468 березняков. Эту цифровую модель по нашей технологии идентификации [45, 46] можно превратить в факторные связи в виде биотехнических закономерностей. Здесь ос-

новным допущением является то, что параметры пробной площади принимаются относящимися и ко всему березняку, внутри которого была заложена эта пробная площадь.

3.2. Сортировка данных

Сопоставление 468 полных строк таблицы 3.1 показало, что, из-за округления геодезических координат, появляются пары так называемых «аномальных» точек на координатной сетке (β , α).

Чаще всего широта и долгота приведены в банке данных [108] в целых градусах. На одной и той же долготе, при значительно далеко расположенных по широте пробных площадях, образуется вертикальный рой точек (рис. 3.1) Эти аномалии не могут быть смоделированы из-за того, что у всего этого роя точек одна и та же абсцисса.

Такие крайние по показателю α точки удалили.

Рис. 3.1. Распределение 468 пробных площадей березы вдоль Северной Евразии (абсцисса – восточная долгота β , ордината – северная широта α)

площадей измеряются с погрешностью 0,000001 градуса (1,1 м).

После исключения из выборки точек на долготах 28, 34, 40, 44, 48 и 90 градусов осталось 399 пробных площадей или 85,3 % от первичной статистической выборки. Потери географической информации в будущем не будет, если координаты пробных

3.3. Статистическая модель

На рисунке 3.2 графически показана последовательность моделирования идентификацией по методике [45, 46].

Были получены две волны (рис. 3.2), имеющие коэффициент корреляции выше 0,4, расположение которых имеет конкретный смысл.

Восточная волна с нарастающей амплитудой показывает разбегание пробных площадей в основном от Урала к Тихому океану, а западная волна оказалась по амплитуде замкнутой из-за антропогенного влияния на популяцию березняков.

По 399 точкам координат была получена четырехчленная модель:

$$\alpha = \alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4, \quad (3.1)$$

$$\beta' = \beta + 180, \quad \alpha_1 = 59,72234 \exp(-8,54851 \cdot 10^{-5} \beta'^{1,98838}),$$

$$\alpha_2 = 5,81707 \cdot 10^{-5} \beta'^{3,07781} \exp(-0,011893 \beta'^{1,01357}),$$

$$\alpha_3 = A_1 \cos(\pi \beta' / p_1 + 0,10381),$$

$$A_1 = 3,09751 \cdot 10^{-13} \beta'^{5,30470}, p_1 = 61,67570 - 0,00075400 \beta'^{1,73150},$$

$$\alpha_4 = A_2 \cos(\pi \beta' / p_2 + 3,00076),$$

$$A_2 = 1,28921 \cdot 10^{-11} \beta'^{7,22663} \exp(-0,12713 \beta'^{0,86276}),$$

$$p_2 = 18,83449 - 0,0033910 \beta'^{1,34275},$$

где β - восточная долгота по Гринвичу, β' - долгота в модели (3.1).

Рис. 3.2. Последовательность получения конструкции математической модели (3.1)

Полвека леса Восточной Европы оставались отрезанными от лесов Западной Европы. Граница «железного занавеса» протяженностью 3000 км от Балтийского до Черного моря определила эти две разные волны у 399 пробных площадей в березниках Северной Евразии.

3.4. Волновое размещение пробных площадей

Влияние долготы на широту $\beta \rightarrow \alpha$, то есть географическое распределение пробных площадей березы на территории Северной Евра-

зии, не хаотичное, а четко имеет тенденцию и колебательно закономерное с двумя волнами возмущения (3.1), как это видно из рисунка 3.3.

Рис. 3.3. Модель (3.1) географического распределения пробных площадей березы

Общая закономерность (3.1) с двумя волнами (рис. 3.3) доказывает эффект *коррелятивной вариации* Чарльза Дарвина, причем по параметру северной широты относительно восточной долготы, с коэффициентом корреляции 0,7697.

3.5. Асимметричные вейвлет-сигналы

Каждая очередная после модели (3.1) волна возмущения сообщества березняков на сетке геодезических координат является сигналом (вейвлет-функцией), который научным работникам нужно расшифровать и понять поведение рассматриваемого кластера пробных площадей.

Эти волновые сигналы по своим концам по оси восточной долготы имеют четкие границы в виде провинций и других биогеоценотических элементов [108]. Из-за явно недостаточной изученности скажем только, что распределение лесных земельных участков по площади имеет четкий фрактальный характер.

3.6. Методика выявления фрактальных сигналов

Из-за низкой точности геодезических координат из массива исходных данных [108] вначале исключили наблюдения, аномально расположенные на одной долготе вдоль широты по обеим сторонам оси абсцисс. Примем погрешность измерений $\pm 5'$ или $1/12^\circ$ (расстояние 10-11

км). Тогда из остатков после 12-ого члена модели (3.2) исключать можно географические точки с широтой, находящейся в пределах $\pm 0,08^\circ$.

Затем выявляются тенденции (не волновые составляющие), а по остаткам в программной среде CurveExpert-1.40 - составляющие колебательного возмущения березняков на поверхности суши Земли. Но все члены общей модели без исключения являются сигналами (ученым?).

Вейвлет-сигналы. В таблице 3.2 даны параметры некоторых фракталов из общей математической модели (3.2), включающей 48 членов.

Первые два члена - это тенденции - длинные волны, у которых полупериод во много раз превышает измеренный интервал долготы.

Таблица 3.2

Параметры модели широты от долготы пробных площадей березняков									
i	Амплитуда колебания, °				Полупериод и сдвиг волны, °				Коефф. коррел.
	a _{1i}	a _{2i}	a _{3i}	a _{4i}	a _{5i}	a _{6i}	a _{7i}	a _{8i}	
Восточная долгота сдвинута на запад на 180° β' = β + 180 , всего 399 точек									
1	59,72234	0	8,54851e-5	1,98838	0	0	0	0	0,7697
2	5,81707e-5	3,07781	0,011893	1,01357	0	0	0	0	
3	3,09751e-13	5,30470	0	1	61,67570	-0,00076400	1,73150	-0,10381	
4	1,28921e-11	7,22663	0,12713	0,86276	18,83449	-0,0033910	1,34275	-3,00076	
5	6,50850e-10	4,74148	0,018956	1,00376	6,57136	0,00030250	1,11375	5,34948	0,306
6	3,69294e-26	11,43318	0,0016259	1,44151	33,41951	-0,020944	1,04451	-0,035067	0,226
7	-1,40246e-11	6,32404	0,039212	1,01207	5,06671	0,00061630	1,15530	2,77155	0,228
8	0,00090607	2,76131	0,049871	0,97076	3,10561	0	1	2,79954	0,075
9	1,35723e-83	42,09301	0,0050103	1,65338	2,00636	0,0077738	1,22604	0,37168	0,100
10	-5,93546e-22	14,03321	0,13412	1,01949	171,1400	-0,23347	1,15801	-0,46282	0,027
Восточная долгота начинается с меридиана Гринвича, остались 385 точек									
11	30516,182	2,83186	10,05200	0,19687	1,01008	0,017602	1,32414	1,23160	0,215
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
37	1,68550e-81	51,41458	0,23666	1,16301	12,38800	-0,92823	0,26009	-1,00459	0,521
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
46	-9,14646e-26	24,45524	0,78870	1	23,41642	-0,23647	1	2,45629	0,7391
47	-2,98951e-13	12,59272	0,41338	1,02423	0,017000	0	0	0	0,651
48	6,53110e-18	19,43359	0,71306	1	30,28371	-0,00020164	1	2,01179	0,504

Фрактальность географического распределения березняков доказывается общей волновой закономерностью (табл. 3.2) вида

$$y = \sum_{i=1}^m y_i , \quad y_i = a_{1i} x^{a_{2i}} \exp(-a_{3i} x^{a_{4i}}) \cos(\pi x / (a_{5i} + a_{6i} x^{a_{7i}}) - a_{8i}) , \quad (3.2)$$

где *i* - порядковый номер составляющей (уровень фрактала) волновой модели (3.2), причем каждый член этой модели (3.2) представляет собой обособленный асимметричный вейвлет-сигнал, который нужно расшифровать и эвристически пояснить; *m* - общее количество членов в

функции (3.2).

Долготные ареалы березы по пробным площадям характеризуются волновыми членами модели (3.2) видны из рисунка 3.4.

Рис. 3.4. Графики членов модели (3.2) распределения пробных площадей березняков

Каждый член модели (3.2) имеет свое биогеоценотическое объяснение. Первый пример на рисунке 3.4 показывает сквозное колебание всех 399 пробных площадей березняков от Атлантического до Тихого океана и его островов с лесами. При этом 10-я составляющая модели (3.2) показывает изоляцию малого кластера березняков на островах Атлантического океана.

Дальше были исключены 14 точек с отрицательными долготами от Гринвича при максимальном остатке северной широты менее $0,82^\circ$.

По данным (табл. 3.2) параметров модели (3.2) 37-й член дает четкий график вейвлета с границами в интервале восточной долготы, начиная от 60° и завершаясь к 130° . По-видимому, этот интервал характеризует азиатскую часть березняков России. При этом вейвлетом называется математическая функция, у которой площади частей графика над и под осью абсцисс примерно равны. Максимальная амплитуда возмущения находится в интервале северной широты примерно $3,2 + 2,6 = 5,8^\circ$, то есть около $5,8 \times 40000 / 360 = 645$ км.

В группе березняков запада Российской Федерации и Восточной Европы по 46-му графику на рисунке 3.4 происходит вейвлет-сигнал с амплитудой в два градуса (220 км).

Внимательный анализ колебательных возмущений позволит дать прогнозы о необходимости закладки новых пробных площадей березняков на всей территории Северной Евразии.

3.7. Оценка фрактального сигнала

Возможность количественной оценки каждого сигнала (или кластера пробных площадей березняков) по значениям показателя идентификации, автоматически выдаваемого программной средой CurveExpert.

Критерий идентификации K (табл. 3.3) показывает снижение суммы квадратов отклонений у фактических значений наблюдений от среднестатистической кривой по формуле (3.2) фрактального сигнала.

Таблица 3.3

Изменение критерия идентификации и влияния составляющей модели (3.2)

i	Статистические показатели					i	Статистические показатели				
	N	K	ΔK	$100\Delta K / K$	$k_{ск}$		N	K	ΔK	$100\Delta K / K$	$k_{ск}$
0	399	1,26e14	1,26e14	9,94e9	0,0	25	189	542,0	48,7	8,99	0,0
1	399	1,27e6	1,26e6	2,86e4	0,0	26	189	477,7	64,3	13,46	0,0
2	399	4407,5	718,6	19,48	0,0	27	186	423,5	54,2	12,80	1,6
3	399	3688,9	684,1	22,77	0,0	28	179	387,0	36,5	9,43	0,0
4	399	3004,8	281	10,32	0,0	29	179	319,5	67,5	21,13	0,0
5	399	2723,8	152,7	5,94	0,0	30	174	263,5	56	21,25	0,0
6	399	2571,1	141,5	5,82	0,0	31	151	229,2	34,3	14,97	0,0
7	399	2429,6	31,8	1,33	0,0	32	139	222,0	7,2	3,24	0,0
8	399	2397,8	51,7	2,20	0,0	33	131	175,5	46,5	26,50	0,0
9	399	2346,1	3,3	0,14	0,0	34	123	148,8	26,7	17,94	0,0
10	399	2342,8	113,2	5,08	0,0	35	112	130,9	17,9	13,67	0,0
11	385	2229,6	570	34,35	3,6	36	110	112,1	18,8	16,77	0,0
12	385	1659,6	205,7	14,15	0,0	37	98	80,8	31,3	38,74	0,0
13	358	1453,9	148,2	11,35	0,0	38	98	65,2	15,6	23,93	0,0
14	358	1305,7	117,7	9,91	0,0	39	94	52,6	12,6	23,95	0,0
15	358	1188,0	140,7	13,43	0,0	40	85	43,0	9,6	22,33	0,0
16	358	1047,3	99,4	10,49	0,0	41	71	38,8	4,2	10,82	0,0
17	358	947,9	117,6	14,16	0,0	42	62	33,5	5,3	15,82	0,1
18	335	830,3	52,8	6,79	0,0	43	57	31,5	2	6,35	0,0
19	335	777,5	22,6	2,99	0,0	44	46	13,8	17,7	128,26	0,0
20	321	754,9	36,6	5,10	9,8	45	42	11,5	2,3	20,00	0,1
21	254	718,3	58,7	8,90	0,8	46	36	3,0	8,5	283,33	0,0
22	213	659,6	36,7	5,89	0,3	47	18	1,7	1,3	76,47	0,0
23	212	622,9	32,2	5,45	0,1	48	18	1,1	0,6	54,55	0,0
24	189	590,7	718,6	19,48	0,6						

Примечание. Номер $i=0$ дается среднему арифметическому значению от всей исходной статистической выборки пробных площадей березняков Северной Евразии.

В таблице 3.3 появились новые критерии оценки.

Разница $\Delta K_i = K_{i-1} - K_i$ от $i-1$ предыдущей волны для изучаемого сигнала i дает **критерий влияния** члена модели на показатель α . **Относительный критерий сигнала** определится из выражения $100\Delta K / K$. Скачок $k_{ск}$ критерия идентификации образуется при исключении наблюдений. Мощность статистической выборки по количеству членов N уменьшается.

Среднее арифметическое, в нашем случае равна $\bar{\alpha} = 56,15461^\circ$, и его везде и всюду употребляют биологи и лесоводы. Оно дает горизонтальную линию с коэффициентом корреляции, равным нулю. Этот показатель является только неким начальным и «пустым» по содержанию смыслу сигналом, сравниваемым с составляющими модели (3.2). При этом из данных таблицы 3.2 видно, что при $i=0$ и $i=1$ критерий идентификации имеет очень большие численные значения. Поэтому применение простых одночленных уравнений для идентификации всегда дает большие погрешности.

3.8. Влияние расположения фрактала

Влияние номера составляющей модели (3.2) на статистические показатели идентификации, по данным таблицы 3.3, определилось (рис. 3.5) уравнениями:

$$N = 399,11885 \exp(-0,00023712i^{2,88175}) + 0,042895i^{3,78175} \exp(-0,10681i^{1,11295}); \quad (3.3)$$

$$K = 4706,9772 \exp(-0,078062i^{1,05057}); \quad (3.4)$$

$$\Delta K = 5,65720 \cdot 10^9 \exp(-15,03129i^{0,073771}); \quad (3.5)$$

$$K_{отн} = 54,58246 \exp(-0,44415i) + 0,20794i^{1,34510} \exp(-0,00013908i^{2,24630}). \quad (3.6)$$

Двухчленные формулы (3.3) и (3.6) одинаковы по конструкции и включают закон экспоненциальной гибели (первый член) с законом позитивного стрессового возмущения (второй член модели). Другие две формулы одночленные и основаны на экспоненциальном законе спада.

Необходимость исключения резко отклоняющихся точек объясняется несовершенством программной среды (до 19 параметров модели). В связи с этим необходима специальная программная среда, позволяющая «потрясти» все составляющие вместе. В нашем случае необходимо ввести в компьютер модель (3.2) с $48 \times 8 = 384$ параметрами общего уравнения. А вычислительная программа должна быть разработана для не

менее 1000 параметров модели.

Численность пробных площадей безрыжков

Критерий идентификации (без $i=0$ и $i=1$)

Критерий влияния сигнала (без 0, 1, 11, 24)

Критерий $100\Delta K/K$ (46, 44, 47, 48, 37, 11)

Рис. 3.5. Графики влияния номера членов модели (2) на статистику вейвлет-сигналов

На следующем рисунке 3.6 показан график скачков критерия идентификации, в зависимости от исключения наблюдений, по формуле

$$k_{CK} = 1,76327 \cdot 10^{-113} i^{108,81227} \exp(-0,43664 i^{1,66982}). \quad (3.7)$$

Рис. 3.6. Влияние номера членов модели (3.2) на скачок критерия идентификации

на скачок критерия идентификации (составляющей модели). Тогда появится возможность эвристического (содержательного) объяснения и череды событий

Этот скачок k_{CK} также возникает из-за малых возможностей программной среды CurveExpert.

При автоматическом на компьютере выполнении структурно-параметрической идентификации общей модели (3.2) этот и предыдущие четыре критерия будут сверяться после прибавления очередного вейвлет-сигнала (составляющей модели). Тогда появится возможность эвристического (содержательного) объяснения и череды событий

возникновения каждого члена из ряда вейвлет-сигналов.

Проведенное эвристико-статистическое моделирование географического расположения пробных площадей березняков убедительно доказало практическую возможность геостатистики популяций лесных земельных участков, хотя пока и на уровне пробных площадей, при этом даже без учета площади территории и геодезического расположения центров самих массивов березняков на суше Северной Евразии.

Контрольные вопросы

- 1. Что понимается под экосистемной суперпозицией?*
- 2. Какими географическими параметрами определяется местоположение лесного или иного земельного участка?*
- 3. Дайте характеристику модели (3.1).*
- 4. Объясните сущность фрактального анализа.*
- 5. Что такое вейвлет и методика вейвлет-анализа?*
- 6. Как оценить и сопоставлять вейвлет-сигналы?*
- 7. Покажите фрактальное расположение вейвлет-сигналов.*
- 8. Выберите тему НИРС и магистерской диссертации с учетом моделирования вейвлет-сигналов и фрактального анализа объекта исследования по различным компонентам геосистемы.*

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ ранговых распределений у параметров пробных площадей березняков Северной Евразии показал практическую возможность оценки добротности таблицы данных [108], составленной из результатов измерений лесных фитоценозов разными исследователями.

Проведенные экспериментальные исследования распределения деревьев на круговых пробных площадях и результаты статистического моделирования идентификацией устойчивых законов распределения показали [61], что в лесном древостое существуют какие-то связи между деревьями, четко ориентированные по геодезическим направлениям и концентрическим кольцам. Их можно условно назвать биоэнергетическими отношениями в древостое как популяции деревьев, причем эти долговременные и постоянные связи четко сориентированы по магнитным силовым линиям планеты, а также весьма чувствительны к внешним воздействиям, в особенности к антропогенным влияниям.

Биоэнергетические связи могут быть сильными или слабыми. В естественных условиях лесная среда формирует сильное поле между материнскими деревьями и их подростками. Поэтому именно семенные деревья коллективно управляют древостоем и, соответственно, лесом с ядром в виде диффузной системы древостоев. Благодаря ветровому и иному распространению семян древостои движутся по земельным участкам, осваивая новые территории и образуя новые лесные просторы.

При сильных биоэнергетических связях образуются симбиотические или же антагонистические формы ствола и надземной кроны, а также подземной кроны, практические примеры, проявления которых эвристическими способами изучал И.С. Марченко [82]. Он проводил прямые измерения аномального поведения лесных и не лесных деревьев. Однако в его публикации не приводится **теория сильных биоэнергетических взаимодействий деревьев** из-за того, что не было количественных биометрических измерений, поэтому и не могли быть выявлены приведенные в данной книге биотехнические закономерности поведения сообществ лесных деревьев в виде березняков.

Слабое взаимодействие между деревьями через свойства и параметры древостоев изучал П.В. Воробанов [10]. Однако соотношения между внутренними характеристиками деревьев, в частности между текущими и средними приростами ствола по толщине, также не смогли дать методологию косвенного измерения биоэнергетических связей. формирование ствола, конечно же, зависит от размещения деревьев на пробной площади, но обратного не может быть. Потому что, размещение деревь-

ев первично по сравнению с образованием ствола только из-за того, что распределяются от материнской ели семена, а затем всходят под её управлением те из них, которые попали в наилучшие для проращивания условия. И только через годы начинается процесс формообразования ствола, процесс которого меняется в зависимости от взаимодействия подземных и надземных крон лесных деревьев, а также от воздействия случайных факторов в виде снеголома, поедания побегов животными и насекомыми и пр.

Исключение симбиотического взаимодействия показал ВНИИЛМ и поэтому лесные плантации ели не могут служить объектом исследования биоэнергетических связей. Скорее наоборот, после создания теоретической базы на основе экспериментов на естественных ельниках может появиться практическая возможность более сложной искусственной организации плантационного ельника.

Хаос в биополях рубки ухода так велик, что лесоводы до сих пор даже не приступают к изучению поведения молодых деревьев при освещении и прочистках лесных культур. За десятилетия становится понятным, что нельзя игнорировать естественные силы природы и тем самым изначально посеять и насаждать очень плотную популяцию с Расчет на то, что проростки со временем сами друг друга уничтожат и останутся самые сильные особи. На такой подход уже тысячелетия существует один ответ в огородничестве: без своевременного прореживания свекла, морковь и другие не смогут стать рослыми и здоровыми лесными деревьями. В лесу, точнее в его ядре – древостое, заранее сеть из оптимально размещенных материнских особей управляет проращиванием именно тех семян, которые находятся в нужное время и в нужном месте территории проживания всей популяции, состоящей из разновидовых и разновозрастных деревьев как членов сообщества [61].

В итоге четко внутри лесного древостоя соблюдается принцип экономии энергии. Никогда и нигде не возникает внутри здорового древостоя лишних «ртов»: всё здесь заранее выверено циклическими волновыми возбуждениями материнских деревьев ели и все члены сообщества ельника постоянно и непрерывно управляются ими [61]. Поэтому рубка даже одного дерева приводит к импульсному возбуждению всей популяции деревьев.

Выявленные закономерности географического распределения березняков показывают влияние биополя планеты Земля. В этом направлении много неясных науке вопросов и поэтому будущие магистры, причем не только направления «Землеустройство и кадастры», вполне могут найти и выбрать себе тему для научного и технического исследования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Арзамасцев А.Д., Мазуркин П.М., Максимец Н.В. Факторный анализ сельскохозяйственного производства. Йошкар-Ола: МарГТУ, 2009. 388 с.
2. Бюсген М. Строение и жизнь наших лесных деревьев / Пер. с нем. М.-Л.: Гослесбумиздат, 1961. 424 с.
3. Варсегова Л.Ю., Мазуркин П.М., Фадеев А.Н. Практикум по экологическому древоведению; ред. П.М. Мазуркина. Йошкар-Ола: МарГТУ, 2010. 42 с.
4. Веденяпин Г.В. Общая методика экспериментального исследования и обработки опытных данных. М.: Колос, 1973. 200 с.
5. Верхунов П.М. Морфология лесных насаждений: учеб. пос. Йошкар-Ола: МарГУ, 1984. 108 с.
6. Верхунов П.М., Дворецкий М.Л. Таксация отдельных деревьев и их породных совокупностей: учеб. пос. Горький: ГГУ, 1979. 100 с.
7. Верхунов П.М., Мазуркин П.М. Таксация древесного ствола лесных насаждений: учеб. пос. Йошкар-Ола: МарГТУ, 1999. 72 с.
8. Верхунов П.М., Мазуркин П.М., Черных В.Л. Биотехнический принцип в лесной таксации // Изв. академии наук и искусств Чувашской республики. Естественные науки. 1996. № 3. С.94-99.
9. Винокурова Р.И., Мазуркин П.М., Тарасенко Е.В. Закономерности физико-химических параметров древесины растущего дерева. Йошкар-Ола: МарГТУ, 2004. 187 с.
10. Воропанов П.В. Жизненный потенциал деревьев (насаждений). Брянск: БТИ, 1973. 95 с.
11. Даль В.И. Толковый словарь русского языка. Современная версия. М.: Изд-во Эксмо, 2006. 36 с.
12. Данилов М.Д. Растительность Марийской АССР. Йошкар-Ола: Маркнигоиздат, 1962. 178 с.
13. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (С основами статистической обработки результатов исследований). М.: Колос, 1979. 416 с.
14. Дарвин Ч. Происхождение видов путем естественного отбора. Л.: Наука, 1991. 539 с.
15. Жирмунский А.В., Кузьмин В.Н. Критические уровни в развитии природных систем. Л.: Наука, 1990. 223 с.
16. Калинин М.И. Формирование корневой системы деревьев. М.: Лесная пром-сть, 1983. 152 с.
17. Кучеров И.Б. О принципе дополнителности в геоботанике. Методологические предпосылки возникновения комплементарных подходов к изучению растительности // Журнал общей биологии. 1995. № 4. Том 56. С.486-505.
18. Лавренко Е.М. Основные закономерности растительных сообществ и пути их изучения // Полевая геоботаника. Том 1. М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1959. С.7-263.
19. Ловелиус Н.В. Изменчивость прироста деревьев. Дендроиндикация природных процессов и антропогенных воздействий. Л.: Наука, 1979. 232 с.

20. Мазуркин П.М. Базовые критерии лесопользования // Современные наукоемкие технологии. № 6. 2010. С.17-32.
21. Мазуркин П.М. Базовые критерии управления лесами и лесопользованием // Вестник УМО по образованию в области природообустройства и водопользования. –2011 – № 3. – С. 310-330.
22. Мазуркин П.М. Биотехнические закономерности таксационных показателей пробных площадей // Матер. междунар. конф. «Международное сотрудничество в лесном секторе: баланс образования, науки и производства». (3-5 июня 2009). Йошкар-Ола: МарГТУ, 2009. С. 84-87.
23. Мазуркин, П.М. Биотехнический закон в популяционной динамике // Математические методы в экологии: тезисы докладов Всероссийской научной школы. Петрозаводск: Карельский НЦ РАН, 2001. С. 144-146.
24. Мазуркин П.М. Биотехнический закон и виды факторных связей // Успехи совр. естествознания. 2009. № 9. С.152-156.
25. Мазуркин П.М. Биотехническое проектирование (справочно-методическое пособие). Йошкар-Ола: МарПИ, 1994. 348 с.
26. Мазуркин П.М. Возрастное распределение деревьев разновозрастного сосняка по качеству сортиментов // Успехи современного естествознания. 2009. № 10. С.15-21.
27. Мазуркин П.М. Возрастное распределение качества ствола деревьев на пробной площади разновозрастного сосняка // Успехи современного естествознания. 2009. № 10. С.8-14.
28. Мазуркин П.М. Геостатистика сосны // Леса России и хозяйство в них. 2009. № 3. С.48-54.
29. Мазуркин П.М. Геоэкология: Закономерности современного естествознания. Йошкар-Ола: МарГТУ, 2006. 336 с.
30. Мазуркин П.М. Дендрометрия. Статистическое древоведение: Учеб. пос. Части 1 и 2. Йошкар-Ола: МарГТУ, 2003. 308 с. и 205 с.
31. Мазуркин П.М. Дендрохронологические шкалы разновозрастного сосняка // Современные наукоемкие технологии. № 6. 2010. С.32-44.
32. Мазуркин П.М. Закономерности скрытых факторов задержки роста корня растений при контроле качества почвы по ИСО 11269-1 // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2009. № 4. С.18-27.
33. Мазуркин П.М. Качество управления динамикой площади леса в Финляндии // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. № 8. 2010. С.15-29.
34. Мазуркин П.М. Лесная аренда и рациональное лесопользование. Йошкар-Ола: МарГТУ, 2007. 524 с.
35. Мазуркин П.М. Лесоаграрная Россия и мировая динамика лесопользования. Йошкар-Ола: МарГТУ, 2007. 334 с.
36. Мазуркин П.М. Осознанные модернизации в лесном деле Японии и Финляндии // Междунар. ж-л прикладных и фундамент. исслед. № 8. 2010. С.29-41.
37. Мазуркин П.М. Осознанные переходы на выпуск наукоемкой продукции в лесном деле Японии и Финляндии // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. № 7. 2010. С.52-60.

38. Мазуркин П.М. Осознанные повороты в лесном деле Японии // Современные наукоемкие технологии. № 7. 2010. С.19-32.
39. Мазуркин П.М. Оценка экологического неравновесия сельских и городских территорий по площади растительного покрова // Современные проблемы науки и образования. 2009. № 4. С.82-92.
40. Мазуркин П.М. Принцип экосистемной суперпозиции: группировки диаметра ствола модельных сосен из лесных культур Волго-Вятского региона // Леса России в XXI веке: матер. шестой междунар. науч.-техн. интернет-конф., март 2011. СПб.: ЛТА, 2011. С. 121-136.
41. Мазуркин П.М. Прошлое, современное состояние и перспективы лесоаграрной России // Совр. проблемы науки и образования. 2009. № 4. С.93-112.
42. Мазуркин П.М. Распределение пробных площадей березняков Северной Евразии и факторный анализ показателей // Леса России в XXI веке: Матер. пятой межд. научно-практ. Интернет-конф. (октябрь 2010). СПб.: ЛТА, 2010. С. 93-108.
43. Мазуркин П.М. Распределение фитомассы сосняка по пробным площадям // Леса России и хозяйство в них. 2009. № 3. С.22-31.
44. Мазуркин П.М. Территориальный экологический баланс // Успехи современного естествознания. 2011. № 10. С.75-77.
45. Мазуркин П.М. Сортиментно-сортное распределение деревьев на пробной площади разновозрастного сосняка // Успехи современного естествознания. 2009. № 11. С.21-28.
46. Мазуркин П.М. Сортиментно-стоимостное распределение деревьев на пробной площади разновозрастного сосняка // Успехи современного естествознания. 2009. № 11. С.29-35.
47. Мазуркин П.М. Статистическая экология: учеб. пос. Йошкар-Ола: МарГТУ, 2004. 308 с.
48. Мазуркин П.М. Территориально-экологическое неравновесие Мариинско-Посадского района // Сб. статей научн. практ. конф. «Проблемы экологии и лесопользования в совр. условиях». Йошкар-Ола: МарГТУ, 2010. С.84-89.
49. Мазуркин П.М. Факторный анализ таксационных показателей // Лесное хозяйство . 2010. № 1. С. 39-40.
50. 4. Мазуркин П.М. Факторный анализ таксационных показателей разновозрастного сосняка Сибири // Успехи современного естествознания. 2009. № 12. С. 41-48.
51. Мазуркин, П.М. Экологический мониторинг (Способы испытания деревьев): учеб. пос. Йошкар-Ола: МарГТУ, 2004. 224с.
52. Мазуркин П.М. Энергетика формирования ствола лесного дерева // Лесной вестник. 2000. № 1(10). М.: МГУЛ. С.39-43.
53. Мазуркин П.М. Эффект Чижевского и биотехнический закон // Актуальные проблемы современного естествознания. Тезисы докл. Межд. конф. 24-27 июня 1997 г. Калуга: КГПУ, 1997. С. 42.
54. Мазуркин П.М., Анисимов С.Е., Михайлова С.И. Рациональное природопользование: Учеб. пос. В 3-х ч. Ч. 3: Экологически ответственное лесопользование. Йошкар-Ола: МарГТУ, 2006. 359 с.

55. Мазуркин П.М., Бедертинов Э.Н. Метод анализа многолетней динамики заготовки кругляка // Успехи современного естествознания. 2008. № 11. С.67-72.
56. Мазуркин П.М., Бедертинов Э.Н., Русинова Н.В. Оценка компонентного неравновесия древостоя по кривым высот и диаметров растущих деревьев // Успехи современ. естествознания. 2009. № 8. С.23-32.
57. Мазуркин П.М., Варсегова Л.Ю. Измерение ширины годичного слоя на керне древесины // Успехи современного естествознания. 2010. № 4. С.31-37.
58. Мазуркин П.М., Варсегова Л.Ю. Испытание растущего дерева / П.М. Мазуркин, Л.Ю. Варсегова // Успехи современного естествознания. 2010. № 4. С.38-43.
59. Мазуркин П.М., Варсегова Л.Ю. Измерение ширины годичных слоев сердцевины и присердцевинной зоны растущего дерева с использованием кернов // Деревообр. пром-сть. 2010. № 2. С.25-26.
60. Мазуркин П.М., Дмитриев А.В. Сосняки заповедника «Присурский»: математический анализ параметров кварталов и выделов леса // Научные труды ГПЗ «Присурский» (посвящается международному году лесов). Т. 26. Чебоксары-Атрат: КЛИО, 2011. 104 с.
61. Мазуркин П.М., Долгих М.В. Компонентное равновесие и устойчивость древостоя. Йошкар-Ола: МарГТУ, 2011. 164 с.
62. Мазуркин П.М., Иванова Н.С. Оценка экологической устойчивости древостоя // Лесное хозяйство. 2009. № 4. С.21-22.
63. Мазуркин П.М., Марушева В.Э. Факторный анализ параметров деревьев по контуру лесной поляны // Сб. статей научн. практ. конф. «Проблемы экологии и лесопользования в современных условиях». Йошкар-Ола: МарГТУ, 2010. С.47-52.
64. Мазуркин П.М., Михайлова С.И. Биотехническая оценка пойменного луга. М.: Изд-во «Академия естествознания», 2009. 279 с.
65. Мазуркин П.М., Михайлова С.И. Геотриадное измерение сельских территорий // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2009. № 4. С.28-35.
66. Мазуркин П.М., Михайлова С.И. Измерение активности растительного покрова // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2009. № 4. С.36-45.
67. Мазуркин П.М., Михайлова С.И. Комплексные исследования фитомассы лесолугового фитоценоза в Республике Марий Эл // Сб. статей III Междунар. научно-практ. конф. Саратов: СарГАУ, 2011. С. 22-26.
68. Мазуркин П.М., Михайлова С.И. Оценка водного хозяйства речной сети по растительному покрову пойменных лугов // Матер. междунар. научно-практ. конф. «Роль мелиорации и водного хозяйства в реализации национальных проектов». Часть 1. М.: МГУП, 2008. 359-366.
69. Мазуркин П.М., Михайлова С.И. Оценка негативного воздействия промышленных объектов на окружающую среду по площади растительного покрова // Экология и промышленность России. 2009. Июль. С.46-48.

70. Мазуркин П.М., Михайлова С.И. Распределение растительной массы в лесолуговом фитоценозе // Вестник УМО по образованию в области природообустройства и водопользования. 2011. № 3. С. 330-340.

71. Мазуркин П. М., Михайлова С.И. Территориальное экологическое равновесие = Territprial ecological balance: анализ. обзор; Учреждение Рос. акад. наук Гос. публич. науч.-техн. б-ка Сиб. отд-ния РАН, М-во образования и науки Рос. Федерации Федер. Марийс. гос. техн. ун-т. Новосибирск : ГПНТБ СО РАН, 2010. 430 с. (Сер. Экология. Вып. 94).

72. Мазуркин П.М., Петренко А.О. Биоиндикация веточками и иглками ели. Йошкар-Ола: МарГТУ, 2011. 194 с.

73. Мазуркин П.М., Попова А.О. Закономерности распределения длины хвоинок на веточке ели // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2009. № 3. С.18-24.

74. Мазуркин П.М., Попова А.О. Закономерность распределения мутовок ели // Лесной журнал. 2009. № 5. С.16-25.

75. Мазуркин П.М., Попова А.О. Закономерности удержания и потери влаги хвоей ели // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2009. № 3. С.9-17.

76. Мазуркин П.М., Попова А.О. Скорость обезвоживания хвоинок со срезаемых веточек ели на территории лесной экосистемы // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2009. № 3. С.25-31.

77. Мазуркин П.М., Светлакова Е.В. Экологическая оценка территории по ведомости перечета деревьев на лесосеке // Лесозэксплуатация: межвуз. сб. науч. тр. - Вып. 5. Красноярск: СибГТУ, 2004. С. 77-82.

78. Мазуркин П.М., Степкина Е.А. Экологическое равновесие древостоя. М.: Изд-во «Академия естествознания», 2009. 240 с.

79. Мазуркин П.М., Фадеев А.Н. Геоинформационные системы земельного кадастра, лесного реестра и особо охраняемых территорий // Современные проблемы науки и образования. 2009. № 4. С.69-75.

80. Мазуркин П.М., Филонов А.С. Математическое моделирование. Идентификация однофакторных статистических закономерностей: учеб. пос. Йошкар-Ола: МарГТУ, 2006. 292 с.

81. Мазуркин П.М., Щербакова Э.С. Биотехническая закономерность встречаемости листьев у деревьев в различных экологических зонах города // Казанская наука. Казань: Изд-во Казанский Изд. Дом, 2011. № 1. С. 21-24.

82. Марченко И.С. Биополе лесных экосистем. Брянск: Придесенье, 1995. 188 с.

83. Методика системных исследований лесоаграрных ландшафтов. – М.: ВАСХНИЛ, 1985. 112 с.

84. Митрюшкин К.П., Павловский К.П. Лес и поле. М.: Колос, 1979. 279 с.

85. Миркин Б.М. Теоретические основы современной фитоценологии. М.: Наука, 1985. 137 с.

86. Михайлова С.И., Мазуркин П.М. Ландшафтно-экологическая роль пойменного луга малых рек. Йошкар-Ола: МарГТУ, 2011. 154 с.

87. Орлов А.Я. Влияние избытка влаги и других почвенных факторов на корневые системы и продуктивности еловых лесов южной тайги // Влияние избыточного увлажнения почв на продуктивность лесов. М., 1966. С.5-56.
88. Охрана и защита, обустройство, индикация и тестирование природной среды. Сб. статей студ., асп. и преп.: научно-учеб. изд. / Научн. ред. П.М. Мазуркин. М.: Академия Естествознания, 2010. 352 с.
89. Патури Ф. Растения - гениальные инженеры природы: Пер. с нем., - 2-е изд.. М.: Прогресс, 1982. 271 с.
90. Питер Х. Пирс. Введение в лесную экономику / Пер. с англ.: учеб. пос. М.: Экология, 1992. 224 с.
91. Полевой экологический практикум: учеб. пос. / Под ред. проф. Л.А. Жуковой. Йошкар-Ола: МарГУ, 2000. 112 с.
92. Популяционная организация растительного покрова лесных территорий (на примере широколиственных лесов европейской части СССР) / О.Е. Смирнова, А.А. Чистякова, Р.В. Попадюк и др. Пущино: АН СССР, 1990. 92 с.
93. Популярная экология (полезные советы в повседневной жизни) / Гл. ред. Торсуев Н.П. Казань: Изд-во «Экоцентр», 1997. 236 с.
94. Работнов Т.А. Экспериментальная фитоценология: учебно-методическое пособие. М.: Изд-во МГУ, 1987. 160 с.
95. Реймерс Н.Ф. Природопользование: Словарь-справ. М.: Мысль, 1990. 637 с.
96. Реймерс Н.Ф. Экология (теория, законы, правила, принципы и гипотезы). М.: Россия молодая, 1994. 367 с.
97. Риск как точная наука // Наука и жизнь. 1991. № 3. С.2-5,59-65.
98. Родин Л.Е., Ремезов Н.П., Базилов Н.И. Методич. указания к изучению динамики и биологического круговорота в фитоценозах. Л., 1968. 143 с.
99. Родин Л.Е., Базилов Н.И. Динамика органического вещества и биологический круговорот зольных элементов и азота в основных типах растительности земного шара. М.-Л.: Наука, 1965. 54 с.
100. Рост и газообмен CO_2 у лесных деревьев / Ю.Л. Цельникер, Н.С. Малкина, А.Г. Ковалев и др. М.: Наука, 1993. 356 с.
101. Рунова Т.Г., Волкова И.Н., Нефедова Т.Г. Территориальная организация природопользования. М.: Наука, 1993. 208 с.
102. Русинова Н.В., Мазуркин П.М., Фадеев А.Н. Построение электронной тематической лесной карты // Вестник УМО по образованию в области природообустройства и водопользования. 2011. № 3. С. 302-310.
103. Рысин Л.П. Исторический фактор в современной сукцессионной динамике лесов Центра Русской равнины // Лесоведение. 2006. №6. С.3-11.
104. Спурр С.Г., Барнес Б.В. Лесная экология: Пер. с 3-го англ. изд. М.: Лесная пром-сть, 1984. 480 с.
105. Сукачев В.Н. Развитие растительности как элемента географической среды в соотношении с развитием растительного сообщества // Географическая среда в лесном производстве. Л.: 1940. С.54-62.
106. Терентьев П.В. К истории биометрии // Методы современной биометрии. М.: Изд-во МГУ, 1978. С.5-22.
107. Тузэ Жорж. Лесное древоводство // В мире науки. 1985. № 2. С.45-56.

108. Усольцев В.А. Фитомасса лесов Северной Евразии: база данных и география. Екатеринбург: УрО РАН, 2001. 706 с.
109. Усольцев В.А. О некоторых принципах формирования и использования базы данных о фитомассе лесов // Структурно-функциональная организация и динамика лесов: Материалы Всероссийской конф. Красноярск: Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, 2004. С.102-104.
110. Уфимцева М.Д., Терехина Н.В. Фитоиндикация экологического состояния урбоэкосистем Санкт-Петербурга. СПб.: Наука, 2005. 339 с.
111. Федоров В.М. Биосфера – земледелие – человечество. М.: Агропромиздат, 1990. 239 с.
112. Чернышенко О.В. Экофизиологические аспекты водного обмена растущего дерева // Лесной вестник. 1998. № 1. С.116-120.
113. Чижевский А.Л. Физические факторы исторического процесса. Калуга, 1924. 72 с.
114. Яновский Л.Н. Ландшафтная таксация с основами лесопаркового устройства: Учеб. пос. / Л.Н. Яновский, С.В. Вавилов, А.А. Селиванов, И.В. Никифорчин. СПб.: ЛТА, 1994. 96 с.
115. Mazurkin P.M. Dinamiks of innovational preparation of bachelors and masters of arrangement of a nature and protection of an environment // European journal of natural history. 2008. № 5. P.74-77.
116. Mazurkin P.M. Dinamics of Finland Wood square // Turopean Journal of natural History. 2010. № 6. p.3-12.
117. Mazurkin P.M. Realized modernisation in Forestry of Japan and Finland // Turopean Journal of natural History. 2010. № 6. p.13-23.
118. Mazurkin P.M. Realized transitions to issue of scientific production in Forestry of Japan and Finland // Turopean Journal of natural History. 2010. № 6. p.24-32.
119. Mazurkin P.M. Realized turns in Wood business of Japan // Turopean Journal of natural History. 2010. № 6. p.33-42.
120. Mazurkin P.M. Regularities of the underling plant stasis factors for guality control of soll on ISO 11269-1 / European Journal of Natural History. 2009. № 5. P. 63-72.
121. Mazurkin P.M., Popova A.O. Regularities of needle distribution along fir-tree ramule / European Journal of Natural History. 2009. № 5. P. 73-76.
122. Mazurkin P.M., Popova A.O. Regularities of water retenion process by fir-tree needle / European Journal of Natural History. 2009. № 5. P. 83-88.
123. Popova A.O., Mazurkin P.M. Regularities of water retention process by cut fir-tree ramuluses / European Journal of Natural History. 2009. № 4. P. 83-88.
124. Popova A.O., Mazurkin P.M. Regularities of desiccation by needle samples collected from ramules of fir-trees, growing on territory of forest ecosystem / European Journal of Natural History. 2009. № 5. P. 89-93.
125. Popova A.O., Mazurkin P.M. Regularities of water retention process by fir-tree needle samples / European Journal of Natural History. 2009. № 5. P. 77-82.

ПАРАМЕТРЫ БЕРЕЗНЯКОВ СЕВЕРНОЙ ЕВРАЗИИ

Данные для составления табличной модели были получены из справочника [108]. Время измерения $t = 0$ в 1927 году для пробной площади ясени. Общее начало онтогенеза всего множества пробных площадок березняков начинается с 1667 года.

№ п/п	Широта α . град	Долгота β . град	Бони- тет B . ранг	Возраст $\bar{A}$. лет	Время измер. t_u , лет	Густота D . шт./га	Диаметр $\bar{D}$. см	Высота $\bar{H}$. м	Запас $\bar{q}$. м ³ /га	Объем $\bar{V}_c$. м ³	Год
1	61.001	45.967	2	79	47	2.150	7.3	2.5	23	0.0107	1974
2	59.667	11.5	2	6	54	43810	1.9	4.2	3.9	0.0001	1981
3	52.483	0.25	3	6	32	10450	1.8	2.1	1.8*	0.0002	1959
4	52.483	0.25	3	24	32	499.0	6.0	9.1	98*	#ЗНАЧ!	
5	52.483	0.25	2	27	32	2480	10.0	12.8	139*	0.0560	
6	52.483	0.25	5	32	32	4210	7.0	9.5	108*	0.0257	
7	52.483	0.25	4	38	32	1500	12.0	12.3	120*	0.0800	
8	52.483	0.25	4	42	32	1340	14.0	13.0	119*	0.0888	
9	52.483	0.25	3	46	32	740	21.0	18.8	209*	0.2824	
10	52.483	0.25	3	53	32	1020	18.0	18.5	285*	0.2794	
11	52.483	0.25	4	55	32	880	19.0	17.6	274*	0.3114	
12	52.667	1.334	5	50	44	1600	12.9	12.0	185*	0.1156	1971
13	52.5	0.884	4	22	29	4028	7.2	7.0	92*	0.0228	1956
14	52.5	0.884	4	22	29	4028	6.9	8.0	84*	0.0209	
15	54.2	2.084	6	80	44	759	20.6	15.0	138	0.1818	1971
16	50.467	4.3	1	14	50	4920	7.2	10.0	120	0.0244	1977
17	47.834	1.834	3	25	53	6849	6.5	11.4	127	0.0185	1980
18	61.617	24.015	2	40	50	1012	15.0	20	155	0.1532	1977
19	63.117	27.75	3	20	55	4422	6.1	9.0	49.9	0.0113	1982
20	63.117	27.75	3	20	55	4422	6.1	9.0	49.9	0.0113	
21	63.117	27.75	3	20	55	4422	6.1	9.0	49.9	0.0113	
22	63.75	25.25	3	15*	56	12600	3.82	6.13	74.5	0.0059	1983
23	61.5	34.517	4	38	51	3255	12.9	14.9	160	0.0492	1978
24	61.5	34.517	5	38	51	3700	9.8	12.4	123	0.0332	
25	61.5	34.517	6	37	51	3930	7.8	10.0	83	0.0211	
26	61.5	34.517	7	40	51	3440	6.8	9.4	75	0.0218	
27	61.5	34.517	4	12	51	27600	2.6	3.7	21	0.0008	
28	61.5	34.517	4	56	51	2297	14.5	16.3	190	0.0827	
29	61.5	34.517	4	67	51	1870	16.3	17.5	229	0.1225	
30	61.5	34.517	5	84	51	843	20.3	20.6	258	0.3060	
31	62	34	8	22	47	4763	—	1.9	2.0	0.0004	1974
32	62	34	7	25	50	5314	2.9	2.7	5.0	0.0009	1977
33	62	34	4	35	50	2800	12.0	14.3	210	0.0750	
34	62	34	7	45	50	1597	9.1	7.0	32.4	0.0203	
35	62	34	4	10	44	4530	2.3	3.4	7.0	0.0015	1971

№ п/п	Ширина α . град	Долгота β . град	Бони- тет B . ранг	Возраст $\bar{A}$. лет	Время измер. t_u , лет	Густота D . шт./га	Диаметр $\bar{D}$. см	Высота $\bar{H}$. м	Запас $\bar{q}$. м ³ /га	Объем $\bar{V}_c$. м ³	Год
36	62	34	3	35	44	2324	13.1	15.0	178	0.0766	
37	62	34	3	47	44	2038	13.8	18.4	257	0.1261	
38	62	34	4	55	44	1886	14.4	18.2	294	0.1559	
39	62	34	3	75	44	880	20.1	23.8	389	0.4420	
40	62.25	34.167	4	73	47	1246	19.9	20.9	364	0.2921	1974
41	62.25	34.167	3	69	47	1765	20.3	25.1	410	0.2323	
42	62.25	34.167	5	72	47	1208	18.5	17.9	197	0.1631	
43	62.25	34.167	6	72	47	2597	10.3	12.1	120	0.0462	
44	62.25	34.167	8	71	47	686	9.8	8.7	22	0.0321	
45	62.2	34.334	4	36	50	3048	9.0	12.1	124	0.0407	1977
46	59.5	30.584	4	22	54	19600	4.0	8.0	99	0.0051	1981
47	59.5	30.584	4	22	54	19600	4.5	7.9	103	0.0053	
48	59.5	30.584	4	22	54	19600	4.0	7.0	94	0.0048	
49	57.667	38.167	2	38	50	1980	13.0	21.5	291	0.1470	1977
50	58.1	38.7	1	27	50	2.720	11.1	19.5	227	83.4559	1977
51	58.1	38.7	1	43	50	800	22.0	27.1	346	0.4325	
52	58.1	38.7	5	8	41	19400	1.5	3.3	16	0.0008	1968.
53	58.1	38.7	5	18	43	12950	4.0	7.4	88	0.0068	1970.
54	58.1	38.7	4	31	55	5550	6.8	12.1	188	0.0339	1982.
55	58.1	38.7	3	50	55	1575	13.7	21.2	300	0.1905	
56	58.1	38.7	3	33	55	4760	8.0	12.0	111	0.0233	
57	58.1	38.7	3	65	55	556	20.0	21.8	136	0.2446	
58	58.1	38.7	2	38	55	3935	12.8	19.8	266	0.0676	
59	58.1	38.7	2	70	55	612	26.0	28.8	404	0.6601	
60	58.1	38.7	6	33	55	9250	4.6	7.7	60	0.0065	
61	58.1	38.7	2	50	55	898	18.4	22.5	232	0.2584	1982
62	58.1	38.7	2	50	55	819	17.0	21.2	310	0.3785	
63	58.1	38.7	2	50	55	1016	21.5	24.2	250	0.2461	
64	58.1	38.7	2	50	55	514	22.2	25.2	261	0.5078	
65	58.1	38.7	2	48	55	792	22.2	25.2	244	0.3081	
66	58.1	38.7	1	27	55	2710	14.0	19.5	227	0.0838	
67	58.1	38.7	1	43	55	800	23.0	27.1	346	0.4325	
68	58.1	38.7	1	30	55	1920	9.8	18.2	178	0.0927	
69	58.1	38.7	2	31	55	3080	13.9	16.6	197	0.0640	
70	58.1	38.7	1	38	55	1784	15.7	23.7	252	0.1413	
71	58.1	38.7	3	27	55	3824	11.3	15.6	170	0.0445	
72	58.1	38.7	2	70	55	—	23.0	26.0	207	#3НАЧ	
73	58.1	38.7	2	85	55	525	27.9	30.3	484	0.9219	
74	58.1	38.7	2	27	55	5110	12.1	16.1	205	0.0401	
75	58.1	38.7	2	27	55	6670	9.6	15.2	179	0.0268	
76	58.1	38.7	3	27	55	5970	10.2	16.2	193	0.0323	
77	58.1	38.7	3	40	55	1300	15.0	18.4	204	0.1569	
78	58.1	38.7	3	40	55	3030	15.0	19.5	235	0.0776	
79	58.1	38.7	2	43	55	1536	17.8	24.0	277	0.1803	
80	58.1	38.7	3	44	55	3946	12.2	18.2	189	0.0479	

№ п/п	Широта α . град	Долгота β . град	Бони- тет B . ранг	Возраст $\bar{A}$. лет	Время измер. t_u , лет	Густота D . шт./га	Диа- метр $\bar{D}$. см	Высота $\bar{H}$. м	Запас $\bar{q}$. м ³ /га	Объем $\bar{V}_c$. м ³	Год
81	58.1	38.7	3	44	55	2930	12.8	18.6	191	0.0652	
82	58.1	38.7	3	30	55	2362	15.0	20.3	259	0.1097	
83	58.1	38.7	1	30	55	2595	15.0	22.2	255	0.0983	
84	58.1	38.7	2	18	55	7260	7.5	13.0	139	0.0191	
85	58.1	38.7	2	52	55	1212	21.4	25.5	347	0.2863	
86	58.1	38.7	3	53	55	1244	15.2	21.2	247	0.1986	
87	58.1	38.7	3	53	55	1180	18.1	23.4	308	0.2610	
88	58.1	38.7	3	53	55	1124	16.5	20.3	237	0.2109	
89	58.1	38.7	3	55	55	1425	17.5	21.3	271	0.1902	
90	58.1	38.7	3	55	55	2275	17.2	19.5	320	0.1407	
91	58.1	38.7	3	50	55	1034	19.9	22.2	251	0.2427	
92	58.1	38.7	2	56	55	1110	21.7	25.5	315	0.2838	
93	58.1	38.7	2	60	55	705	19.1	25.7	265	0.3759	
94	58.1	38.7	2	60	55	1271	20.7	25.0	351	0.2762	
95	58.1	38.7	2	65	55	870	23.6	26.3	288	0.3310	
96	58.1	38.7	3	85	55	—	23.9	24.6	294	#3НАЧ!	
97	58.1	38.7	2	85	55	417	27.9	30.3	484	1.1607	
98	58.1	38.7	3	90	55	417	26.0	27.0	315	0.7554	
99	58.1	38.7	4	40	55	2275	11.0	14.0	177	0.0778	
100	58.1	38.7	4	35	55	1910	10.3	14.5	ПО	#3НАЧ!	
101	58.1	38.7	4	53	55	2410	14.8	17.5	224	0.0929	
102	58.1	38.7	4	55	55	1680	17.4	21.2	268	0.1595	
103	58.1	38.7	4	85	55	847	22.9	25.2	289	0.3412	
104	58.1	38.7	4	37	55	—	11.6	16.3	155	#3НАЧ!	
105	58.1	38.7	5	38	55	2100	10.0	14.0	143	0.0681	
106	58.1	38.7	5	37	55	—	9.5	12.1	112	#3НАЧ!	
107	58.1	38.7	6	35	55	2060	7.2	10.0	51	0.0248	
108	58.1	38.7	7	50	55	2356	10.0	12.5	93	0.0395	
109	58.1	38.7	6	50	55	1726	10.6	13.1	108	0.0626	
110	58.167	38.334	1	40	55	1980	13.0	21.5	291	0.1470	1982
111	58.334	38.334	6	8	59	430	0.66*	1.15	6.4	0.0149	1986.
112	58.167	38.334	6	10	57	304	1.10*	1.72	14.4	0.0474	1984.
113	58.334	38.334	5	10	57	144	1.41*	2.12	23.1	0.1604	
114	58.167	38.334	3	20	57	8960	5.09	8.70	96.2	0.0107	
115	58.334	38.334	2	41	57	1560	15.3	21.3	312	0.2000	
116	58.167	38.334	2	55	57	830	20.6	23.8	295	0.3554	
117	58.334	38.334	3	12	57	5280	2.01	4.50	61.2	0.0116	
118	58.167	38.334	3	15	57	1710	3.30	6.9	68.7	0.0402	
119	58.334	38.334	3	21	57	8240	5.57	9.5	124	0.0150	
120	58.167	38.334	2	38	57	1320	16.7	21.0	288	0.2182	
121	61.417	21.634	5	75	48	0.076	33.0	19.5	65*	#3НАЧ!	1975
122	60.15	17.817	4	40	55	3948	9.4	12.8	169.3	0.0429	1982
123	60.15	17.817	4	40	55	3948	9.4	12.8	169.3	0.0429	
124	60.15	17.817	4	40	55	3948	9.4	12.8	169.3	0.0429	
125	54.834	28	2	35	43	1809	13.5	17.8	311	0.1719	1970.

№ п/п	Ширина α . град	Долгота β . град	Бони- тет B . ранг	Возраст $\bar{A}$. лет	Время измер. t_u , лет	Густота D . шт./га	Диаметр $\bar{D}$. см	Высота $\bar{H}$. м	Запас $\bar{q}$. м³/га	Объем $\bar{V}_c$. м³	Год
126	54.834	28	8	80	48	856	13.2	8.5	60	0.0701	1975.
127	58	31	3	25	53	1296	13.0	17.5	256	0.1975	1980
128	58	31	6	35	53	3196	10.0	12.0	40*	#3НАЧ!	
129	58	31	7	30	53	2135	10.6	15.0	65*	#3НАЧ!	
130	58	31	5	37	53	1112	14.3	15.3	152	0.1367	
131	54	26	3	55	56	1630	14.0	21.9	255.7	0.1569	1983
132	54	26	5	40	56	1645	9.3	11.3	70.6	0.0429	
133	54	29	2	40	58	1010	20.6	22.4	253	0.2505	1985
134	54	29	1	40	58	950	21.4	25.5	385	0.4053	
135	54	2	5	39	58	755	12.3	11.5	62	0.0821	1985.
136	54	2	6	58	59	735	15.8	13.0	118	0.1605	1986
137	54	2	6	68	59	350	17.7	14.2	70	0.2000	
138	54	2	4	43	59	670	13.1	14.0	75	0.1119	
139	54	2	7	30	59	2862	2.8	4.4	5	0.0017	
140	56.25	32.667	4	27	22	13413	6.5	11.0	135	0.0101	1959
141	55.334	37	4	18	50	7600	4.0	6.0	53.7*	0.0071	1977.
142	55.334	37	4	50	41	1239	16.0	16.0	140	0.1130	1968.
143	55.334	37	4	90	41	681	19.0	24.5	205	0.3010	
144	55.334	37	6	70	41	848	15.2	16.7	141	0.1663	
145	55.334	37	5	13	73	4120	2.6	2.5	20.0*	0.0049	2000
146	55.834	39	2	10	47	1330	3.5	5.2	33	0.0248	1974
147	55.834	39	2	25	47	4465	9.7	12.1	114	0.0255	
148	55.834	39	2	46	47	1397	16.5	18.8	234	0.1675	
149	55.834	39	3	52	47	1153	18.5	20.9	259	0.2246	
150	55.834	39	3	57	47	1074	19.5	21.7	276	0.2570	
151	55.834	39	3	70	47	833	21.7	23.7	319	0.3830	
152	55.834	39	3	91	47	726	23.2	25.3	344	0.4738	
153	55.667	36.667	3	22	34	10598	6.8	10.5	65	0.0061	1961.
154	55.667	36.667	2	44	44	1684	13.4	19.6	214	0.1271	1971.
155	55.667	36.667	2	50	44	860	18.5	22.2	237	0.2756	
156	55.667	36.667	4	88	44	280	31.2	24.8	242	0.8643	
157	55.667	-36.667	4	20	31	4448	7.8	11.2	93	0.0209	1958
158	55.667	-36.667	4	40	31	1320	15.8	19.4	397	0.3008	
159	55.667	-36.667	4	67	31	796	22.3	25.7	333	0.4183	
160	55.334	37	3	62	44	986	21.4	21.5	203	0.2059	1971. 1975
161	52.167	-29.834	4	33	46	2419	9.5	13.2	78	0.0322	1974
162	52.167	-29.834	4	30	47	3690	8.5	12.2	101	0.0274	
163	52.167	-29.834	1	32	47	970	17.8	19.2	196	0.2021	
164	52	28	5	65	49	1305	19.4	18.6	216	0.1655	1976.
165	52	28	6	40	55	1850	9.1	9.8	59.2	0.0320	1982
166	50.5	28	1	29	68	977	15.1	17.1	138	0.1412	1995
167	50.5	28	2	20	68	2934	7.7	10.7	77	0.0262	
168	50.5	28	1	12	68	8481	3.4	7.3	39	0.0046	
169	50.5	28	0	23	68	1274	13.2	15.0	133	0.1044	

№ п/п	Широта α . град	Долгота β . град	Бони- тет B . ранг	Возраст $\bar{A}$. лет	Время измер. t_u , лет	Густота D . шт./га	Диа- метр $\bar{D}$. см	Высота $\bar{H}$. м	Запас $\bar{q}$. м³/га	Объем $\bar{V}_c$. м³	Год
170	50.5	28	1	23	68	2014	8.9	13.4	88	0.0437	
171	50.5	28	1	35	68	853	18.7	19.4	202	0.2368	
172	50.5	28	0	23	68	1328	16.4	18.4	214	0.1611	
173	50.5	28	1	11	68	6066	4.1	7.0	31	0.0051	
174	50.667	27	1	11	46	9200	6.2	7.7	96*	0.0104	1973
175	50.667	27	2	11	46	9200	4.8	6.4	62*	0.0067	
176	50.667	27	2	11	46	9200	4.8	6.6	64*	0.0070	
177	50.667	27	2	11	46	9200	4.8	6.4	87*	0.0095	
178	50.667	27	2	11	46	9200	4.8	6.2	61*	0.0066	
179	50.667	27	2	11	46	9200	5.2	6.2	57*	0.0062	
180	50.667	27	2	27	46	1382	17.6	21.1	304	0.2200	
181	49	44	4	45	70	1680	12.0	15.0	152	0.0905	1997
182	50	43.167	4	33	52	2500	12.0	12.2	175	0.0700	1979
183	51.5	-41	2	8	42	7720	4.0	5.8	37.3	0.0048	1969
184	51.5	-41	0	16	42	2800	9.6	13.0	131	0.0468	
185	51.5	-41	1	25	42	2000	13.4	16.8	240	0.1200	
186	51.5	-41	2	37	42	1453	16.5	20.0	269	0.1851	
187	51.5	-41	2	48	42	1024	19.6	22.5	308	0.3008	
188	68.5	34	9	45	40	—	—	1.7	0.34*	#3НАЧ!	1967.
189	68.5	34	9	85	43	4650	4.5	3.5	14.8*	0.0032	1970.
190	68.5	34	8	75	43	—	—	7.5	79.4*	#3НАЧ!	
191	67.667	34	8	20	44	12080	5.0	3.8	32*	0.0026	1971.
192	67.667	34	6	80	45	8250	2.6*	5.0	16*	0.0019	1972.
193	67.667	34	8	110	48	768	12.6	9.0	53	0.0690	1975
194	67.667	34	8	90	48	1936	7.6	6.1	31	0.0160	
195	67.667	34	2	90	48	1967	6.9	5.3	26	0.0132	
196	67.734	33.834	6	40	50	3664	6.7	7.8	58	0.0158	1977
197	65.383	34.5	5	40	50	5129	6.9	9.6	94	0.0183	1977
198	65.383	34.5	5	13	50	4700	—	2.5	11.7	0.0025	1977
199	65.383	34.5	6	13	50	10746	—	2.0	10.0	0.0009	
200	64	40	5	10	44	11600*	1.9	2.0	7.2	#3НАЧ!	1971
201	64	40	2	20	44	10200	4.8	11.3	46	0.0045	
202	64	40	4	40	44	4795	9.4	12.8	154	0.0321	
203	62.5	41	5	30	49	3434	6.4	7.6	66	0.0192	1976
204	62.5	41	5	65	49	2337	12.5	15.6	233	0.0997	
205	62.5	41	5	80	49	1794	15.4	18.5	256	0.1427	
206	60	40	6	7	44	143900	—	0.6	—	#3НАЧ!	1971.
207	60	40	5	18	47	22375	3.1	5.9	50.7	0.0023	1974.
208	60	40	5	37	47	2452	11.8	13.7	193	0.0787	
209	60	40	4	58	47	2764	12.9	17.8	317	0.1147	
210	60	40	—	6	35	—	—	—	6	#3НАЧ!	1962
211	60	40	5	17	35	29465*	3.0	5.3	60	#3НАЧ!	
212	60	40	5	17	35	16144*	3.4	5.6	44	#3НАЧ!	
213	60	40	5	38	35	3118*	8.4	11.2	197	#3НАЧ!	
214	59	43	3	45	49	1050	17.6	20.2	228	0.2171	1976.

№ п/п	Ширина α . град	Долгота β . град	Бони- тет B . ранг	Возраст $\bar{A}$. лет	Время измер. t_u , лет	Густота D . шт./га	Диам- метр $\bar{D}$. см	Высота $\bar{H}$. м	Запас $\bar{q}$. м ³ /га	Объем $\bar{V}_c$. м ³	Год
215	59	43	3	55	51	843	20.3	22.2	276	0.3274	1978.
216	59	43	3	65	51	735	22.5	23.1	309	0.4204	
217	59	43	3	75	51	649	24.5	25.1	334	0.5146	
218	59	43	3	85	51	581	26.4	26.0	354	0.6093	
219	59	43	3	95	51	544	27.7	26.5	370	0.6801	
220	59	43	4	45	51	1290	15.0	16.7	175	0.1357	
221	59	43	4	55	51	949	18.2	19.1	214	0.2255	
222	59	43	4	65	51	767	20.8	21.0	245	0.3194	
223	59	43	4	75	51	673	22.6	22.6	269	0.3997	
224	59	43	4	85	51	612	24.0	23.9	288	0.4706	
225	59	43	4	95	51	575	25.0	24.7	302	0.5252	
226	59	43	5	45	51	1400	14.1	14.8	162	0.1157	
227	59	43	5	55	51	1026	17.2	16.4	188	0.1832	
228	59	43	5	65	51	847	19.3	17.9	207	0.2444	
229	59	43	5	75	51	738	20.9	19.3	223	0.3022	
230	59	43	5	85	51	674	21.9	20.5	235	0.3487	
231	59	43	5	95	51	643	22.5	21.8	244	0.3795	
232	59.5	44	2	28	70	2250	10.0	13.0	97	0.0431	1997
233	59.5	44	2	30	70	2830	10.0	15.0	139	0.0491	
234	59.5	44	3	30	70	3290	8.0	13.0	100	0.0304	
235	59.5	44	2	31	70	2920	9.0	14.0	130	0.0445	
236	59.5	44	3	40	70	1348	14.0	17.0	158	0.1172	
237	59.5	44	2	40	70	1817	14.0	19.0	275	0.1513	
238	59.5	44	2	43	70	1495	14.0	19.0	224	0.1498	
239	59.5	44	2	45	70	1255	18.0	24.0	286	0.2279	
240	59.5	44	2	50	70	1425	20.0	22.0	402	0.2821	
241	59.5	44	2	50	70	1099	20.0	24.0	403	0.3667	
242	59.5	44	3	61	70	1010	20.0	21.0	297	0.2941	
243	59.5	44	2	61	70	1532	18.0	24.0	468	0.3055	
244	59.5	44	4	62	70	1304	15.0	17.0	184	0.1411	
245	59.5	44	3	70	70	1137	20.0	25.0	346	0.3043	
246	59.5	44	3	70	70	967	20.0	25.0	327	0.3382	
247	57.834	43.834	3	15	52	4476	5.4	6.4	44.1	0.0099	1979
248	57.834	43.834	3	20	35	15940*	3.9	8.1	82.7	#3НАЧ!	1962
249	57.834	43.834	4	10	35	85500*	1.2	3.2	30.6	#3НАЧ!	
250	57.834	43.834	4	21	35	26510*	2.9	7.1	75.2	#3НАЧ!	
251	56.75	48	3	5	29	116000	1.22	3.40	20*	0.0002	1956
252	56.75	48	3	12	29	35000	3.2	6.35	41*	0.0012	
253	56.75	48	3	24	29	5925	8.10	11.8	104*	0.0176	
254	56.75	48	3	46	29	1015	19.0	21.0	148*	0.1458	
255	56.75	48	3	85	29	315	34.7	26.9	328*	1.0413	
256	52.667	52.167	5	33	25	52.667	8.6	9.5	194	3.6835	1952
257	52.667	52.167	4	33	25	6000	7.6	11.2	208	0.0347	
258	67	57	—	50*	46	—	-	0.70	5*	#3НАЧ!	1973
259	66.5	60	8	75	51	1230	12.0	10.8	75	0.0610	1978

№ п/п	Ширина α . град	Долгота β . град	Бони- тет B . ранг	Возраст $\bar{A}$. лет	Время измер. t_u , лет	Густота D . шт./га	Диаметр $\bar{D}$. см	Высота $\bar{H}$. м	Запас $\bar{q}$. м ³ /га	Объем $\bar{V}_c$. м ³	Год
260	61	63	4	67	46	3858	14	17	289	0.0749	1973. 1975
261	57	-59.5	5	4	64	10592	7.3	8.2	112	0.0106	1991
262	57	60.5	3	13	70	11100	4.2	6.9	66.2	0.0060	1997.
263	57	60.5	3	50	71	1191	19.7	23.0	343	0.2880	1998.
264	57	60.5	3	53	71	1060	16.3	21.5	220	0.2075	
265	57	60.5	5	5	71	26136	1.1	2.6	7.1	0.0003	
266	57	60.5	5	5	71	7167	2.4	3.6	9.8	0.0014	
267	57	60.5	5	30	71	2076	12.3	16.3	183	0.0882	
268	57	60.5	?	47	71	1070	18.6	23.3	351	0.3280	
269	57	60.5	4	47	71	1414	16.6	21.7	306	0.2164	
270	57	60.5	?	55	71	908	21.3	23.4	328	0.3612	
271	57	60.5	6	11	71	13374	2.1	4.3	12.8	0.0010	
272	57	60.5	7	28	71	5342	5.7	7.4	71.9	0.0135	
273	56.334	60.167	4	11	47	51522	1.7	3.6	18.5	0.0004	1974.
274	56.334	60.167	5	12	46	76200	1.5	3.3	41.8	0.0005	1973.
275	57.5	60.334	4	17	46	42900	2.4	5.2	51	0.0012	
276	57.5	60.334	4	17	46	15018	3.1	5.6	41	0.0027	
277	57.5	60.334	6	28	46	24000	3.5	5.4	140	0.0058	
278	57.5	60.334	5	26	46	12000	5.0	7.4	107	0.0089	
279	57.5	60.334	5	26	46	7000	5.3	7.6	76	0.0109	
280	57.5	60.334	5	22	46	8000	6.3	8.1	135	0.0169	
281	57.5	60.334	5	26	46	8700	6.1	8.2	131	0.0151	
282	57.5	60.334	5	21	46	18300	4.6	7.5	75	0.0041	
283	57.5	60.334	5	18	46	7151	4.9	7.2	21	0.0029	
284	57.5	60.334	5	21	46	13500	4.8	7.6	51	0.0038	
285	57.5	60.334	5	21	46	14400	3.2	6.0	112	0.0078	
286	55.5	59.5	4	39	70	1890	11.6	13.6	124	0.0656	1997.
287	55.5	59.5	4	44	71	1282	14.3	20.7	212	0.1654	1998.
288	55.5	59.5	4	52	71	1973	13.6	16.7	254	0.1287	
289	55.5	59.5	5	18	71	6534	5.5	9.9	85.3	0.0131	
290	55.5	59.5	5	23	71	4737	6.3	10.3	83.4	0.0176	
291	55.5	59.5	5	34	71	1532	13.8	16.2	161	0.1051	
292	55.5	59.5	5	36	71	1018	15.0	16.2	136	0.1336	
293	55.5	59.5	5	38	71	899	14.0	15.8	102	0.1135	
294	55.5	59.5	5	44	71	1682	14.9	22.4	344	0.2045	
295	55.5	59.5	5	55	71	1415	14.7	18.8	215	0.1519	
296	55.5	59.5	5	63	71	775	22.0	22.5	295	0.3806	
297	66.167	67	8	40	44	376	7.0	4.0	18	0.0479	1971
298	61.334	73	4	90	50	1895	15.0	19.0	243	0.1282	1977. 1975
299	60	90	5	65	53	1562	13.3	18.0	166	0.1063	1980
300	59	69	3	55	55	2600	17.0	20.0	368*	0.1415	1982
301	57	81	6	55	47	619	21.0	21.0	300	0.4847	1974
302	57	81	4	70	47	774	14.5	22.0	260	0.3359	

№ п/п	Широта α . град	Долгота β . град	Бони- тет B . ранг	Возраст $\bar{A}$. лет	Время измер. t_u , лет	Густота D . шт./га	Диа- метр $\bar{D}$. см	Высота $\bar{H}$. м	Запас $\bar{q}$. м³/га	Объем $\bar{V}_c$. м³	Год
303	57	83	3	55	44	625	21.0	21.3	237	0.3792	1971.
304	57	83	4	70	50	777	18.5	22.0	195	0.2510	1977
305	57	93	4	15	69	1618	7.1	5.0	18	0.0111	1996
306	56	82.834	2	70	63	288	33.0	25.8	139	0.4826	1990
307	56.5	85	4	36	63	4873	9.8	14.0	256	0.0525	1990
308	56.5	85	6	100	40	1510	18.0	16.8	190	0.1258	1967
309	56.5	85	6	100	36	595	22.4	17.5	130	0.2185	1963
310	56.417	76.584	4	35	38	2900	14.0	15.0	305*	0.1052	1965
311	55.25	79.667	5	20	38	4470	7.5	8.0	99*	0.0221	1965. 1967
312	56	78	5	30	49	1500*	12.7*	11.5	93	#3НАЧ!	1976
313	56	78	5	30	49	2000*	10.1*	11.5	111	#3НАЧ!	
314	55	78	4	23	47	2680	9.5	13.8	127	0.0474	1974
315	55	78	4	36	47	1655	12.1	15.3	136	0.0822	
316	55	78	5	60	47	513	21.3	19.4	148	0.2885	
317	55.334	70	3	23	71	13700	4.4	9.0	120	0.0088	1998
318	55.334	70	4	11	71	8888	3.4	5.3	24.0	0.0027	
319	55.334	70	3	12	71	8260	4.4	7.2	51.0	0.0062	
320	55.334	70	4	19	71	10230	5.5	9.3	72.0	0.0070	
321	55.334	70	4	22	71	4250	7.3	10.7	100	0.0235	
322	55.334	70	3	24	71	3519	9.3	14.0	198	0.0563	
323	55.334	70	4	29	71	2210	9.7	14.0	134	0.0606	
324	55.334	70	3	35	71	2010	12.7	17.6	239	0.1189	
325	55.334	70	4	35	71	1460	11.3	16.2	221	0.1514	
326	55.334	70	4	36	71	1883	11.7	16.5	241	0.1280	
327	55.334	70	5	36	71	2720	9.1	12.7	139	0.0511	
328	55.334	70	4	49	71	1740	14.2	18.3	318	0.1828	
329	55.334	70	4	61	71	550	20.0	20.0	163	0.2964	
330	55.334	70	4	64	71	961	18.9	20.3	276	0.2872	
331	55.334	70	5	65	71	630	20.1	19.5	182	0.2889	
332	55.334	70	5	70	71	540	20.0	20.0	150	0.2778	
333	55.334	70	4	71	71	750	19.2	21.6	269	0.3587	
334	55.334	70	4	71	71	650	25.0	21.5	257	0.3954	
335	55.334	70	5	73	71	640	19.0	19.5	125	0.1953	
336	55.334	70	5	73	71	780	19.8	21.2	251	0.3218	
337	55.334	70	5	74	71	540	21.0	19.3	164	0.3037	
338	55.334	70	5	76	71	840	17.0	19.6	137	0.1631	
339	55.334	70	5	86	71	340	29.2	19.7	193	0.5676	
340	55.334	70	3	48	71	1026	20.9	22.3	308	0.3002	
341	54.5	76.5	—	—	40	—	—	—	36*	#3НАЧ!	1967
342	53.167	64	3	11	71	33080	2.3	5.2	50	0.0015	1998
343	53.167	64	2	28	71	3352	8.0	12.8	110	0.0328	
344	53.167	64	5	32	71	3942	7.3	9.4	82	0.0208	
345	53.167	64	4	32	71	4050	7.6	10.1	98	0.0242	
346	53.167	64	4	5	71	6550	2.0	3.2	5.0	0.0008	

№ п/п	Широта α . град	Долгота β . град	Бони- тет B . ранг	Возраст $\bar{A}$. лет	Время измер. t_u , лет	Густота D . шт./га	Диа- метр $\bar{D}$. см	Высота $\bar{H}$. м	Запас $\bar{q}$. м ³ /га	Объем $\bar{V}_c$. м ³	Год
347	53.167	64	5	12	71	7680	3.6	5.2	28	0.0036	
348	53.167	64	4	16	71	7730	4.8	7.2	59	0.0076	
349	53.167	64	4	16	71	7120	5.3	7.6	68	0.0096	
350	53.167	64	5	22	71	3200	7.0	8.9	54	0.0169	
351	53.167	64	5	25	71	3170	8.0	10.0	79	0.0249	
352	53.167	64	5	34	71	2680	10.4	11.7	147	0.0549	
353	53.167	64	5	43	71	1060	14.6	14.2	112	0.1057	
354	53.167	64	5	47	71	860	16.4	15.5	132	0.1535	
355	53.167	64	5	50	71	1000	14.7	15.1	121	0.1210	
356	53.167	64	5	55	71	500	19.0	17.4	106	0.2120	
357	53.167	64	6	44	71	1620	11.0	12.2	100	0.0617	
358	53.167	64	6	54	71	870	16.4	13.7	111	0.1276	
359	53.167	64	6	68	71	686	20.4	17.0	157	0.2289	
360	53	7	5	27	36	2357	9.2	12.0	160	0.0679	1973
361	53	7	5	34	36	1158	12.1	11.0	71	0.0613	
362	53	7	5	58	36	1516	17.8	17.0	366	0.2414	
363	53	7	5	60	36	918	17.6	16.5	224	0.2440	
364	70	90	9	100	58	410	6.0	6.5	4.0	0.0098	1985.
365	70	90	9	90	60	1870	5.0	6.0	11.6	0.0062	1987.
366	66	91	9	100	49	5292	3.6	6.0	33	0.0062	1976
367	66	88	7	80	50	3500	7.9	13.0	263	0.0751	1977
368	64	100	8	77	56	2960	7.0	7.0	87	0.0294	1983
369	62	93	5	60	56	1870	9.0	14.0	219	0.1171	1983
370	62	90	2	37	46	1460	16.0	18.0	169	0.1158	1973. 1975
371	62	90	7	80	51	3.500	8.0	13.0	263	75.1429	1978
372	57.167	97	6	75	48	1756	17.6	16.0	380	0.2164	1975
373	62	118	3	100	48	858	12	13	61	0.0711	
374	62	13	6	14	48	83590*	1.0	2.6	20*	#3НАЧ!	
375	62	13	4	21	48	6040*	4.7	7.1	39*	#3НАЧ!	
376	62	13	6	47	48	4.770	5.8	10.3	66	13.8365	
377	62	13	—	15	48	—	—	—	23	#3НАЧ!	
378	62	13	—	21	48	—	—	—	20	#3НАЧ!	
379	62	13	6	13	48	15.940	3.0	2.0	26	1.6311	
380	62	130	7	10	40	—	—	1.2	—	#3НАЧ!	1967.
381	62	130	7	12	42	—	0.6	1.6	—	#3НАЧ!	1969.
382	62	130	—	17	42	—	—	—	—	#3НАЧ!	
383	56	160	6	90	34	706	15.5*	14.5	92	0.1303	1961.
384	56	160	—	65	36	228	24.8*	12.5	67	0.2939	1963
385	54	127.334	—	100	57	392	20.0	19.0	110*	0.2806	1984
386	54	127.334	—	100	57	700	19.0	21.0	119*	0.1700	
387	44	132	4	100	66	300	41.0	26.0	362	1.2067	1993
388	44	132	5	180	55	167*	48.2	25.5	334	#3НАЧ!	1982
389	44	132	5	185	55	243*	41.7	26.1	372	#3НАЧ!	
390	44	132	5	190	55	279*	40.4	23.6	373	#3НАЧ!	

№ п/п	Широта α . град	Долгота β . град	Бони- тет B . ранг	Возраст $\bar{A}$. лет	Время измер. t_u , лет	Густота D . шт./га	Диа- метр $\bar{D}$. см	Высота $\bar{H}$. м	Запас $\bar{q}$. м ³ /га	Объем $\bar{V}_c$. м ³	Год
391	44.334	134	5	120	43	155*	37.5	24.2	251	#ЗНАЧ!	1970
392	46.5	134	5	120	43	283*	37.0	24.9	438	#ЗНАЧ!	1970
393	44	134	3	75	43	398*	34.0	24.1	313	#ЗНАЧ!	1970
394	45	135	7	77	70	5344	22.3	15.3	353	0.0661	1997
395	45	135	7	60	48	3259	25.0	15.7	320	0.0982	1975
396	52	106	6	40	59	3260	6.4	8.3	51	0.0156	1986
397	52	106	5	50	59	2252	10.9	13.6	82	0.0364	
398	52	106	7	60	59	1136	7.1	7.1	27	0.0238	
399	52	106	4	40	59	1128	12.8	14.0	73	0.0647	
400	52.25	-113	—	50	52	97000	-	1.25	4.0	0.0000	1979
401	49.167	-110	5	60	65	1640	13.6	14.0	172	0.1049	1992. 1998.
402	54	109.5	8	100	49	1180	16.0	9.0	35	0.0297	1976
403	54	109.5	9	100	49	4445	5.0	4.5	44	0.0099	
404	53	93	5	50	46	374	20.2	19.0	108	0.2888	1973
405	53	93	5	40	70	1276	13.4	13.5	158	0.1238	1997
406	53	93	4	26	55	5484	5.3	8.4	145	0.0264	1982
407	53	93	6	40	42	1356	13.0	12.0	102	0.0752	1969. 1971
408	53	93	5	60	44	1283	13.8	13.5	166	0.1294	1971
409	52	95.5	6	10	46	400	2.5	1.5	0.5	0.0013	1973. 1997
410	52	95.5	5	60	46	1388	13.2	15.0	162	0.1167	
411	52	95.5	5	60	46	1280	14.1	15.5	169	0.1320	
412	52	95.5	5	60	46	1169	14.0	15.1	165	0.1411	
413	52	95.5	5	55	46	1118	13.5	14.2	140	0.1252	
414	52	95.5	5	55	46	996	14.3	14.1	125	0.1255	
415	56.217	92.317	4	25	73	10170	4.4	7.8	86	0.0085	2000
416	54	90	6	40	70	1019	10.0	11.5	70	0.0687	1997
417	54	90	6	35	70	1053	9.2	9.1	64	0.0608	
418	55.167	92	3	15	59	5707	5.0	7.0	38	0.0067	1986
419	55.167	92	2	25	59	1802	10.7	12.6	95	0.0527	
420	55.167	92	2	35	59	1106	15.1	16.3	147	0.1329	
421	55.167	92	3	45	59	855	17.9	18.4	176	0.2058	
422	55.167	92	3	55	59	735	19.7	19.6	191	0.2599	
423	55.167	92	3	65	59	686	20.7	20.3	200	0.2915	
424	55.167	92	4	75	59	660	20.9	20.6	196	0.2970	
425	55	89.5	4	20	56	3620	7.5	9.5	77	0.0213	1983
426	55	89.5	4	30	56	2000	11.2	13.5	127	0.0635	
427	55	89.5	4	40	56	1277	15.0	16.7	173	0.1355	
428	55	89.5	4	50	56	950	18.3	19.0	213	0.2242	
429	55	89.5	4	60	56	765	21.0	21.0	246	0.3216	
430	55	89.5	4	70	56	647	23.4	22.5	274	0.4235	
431	55	89.5	5	20	56	5020	6.0	7.7	57	0.0114	
432	55	89.5	5	30	56	2780	9.0	11.3	98	0.0353	

№ п/п	Широта α . град	Долгота β . град	Бони- тет B . ранг	Возраст $\bar{A}$. лет	Время измер. t_u , лет	Густота D . шт./га	Диа- метр $\bar{D}$. см	Высота $\bar{H}$. м	Запас $\bar{q}$. м ³ /га	Объем $\bar{V}_c$. м ³	Год
433	55	89.5	5	40	56	1820	11.9	14.0	134	0.0736	
434	55	89.5	5	50	56	1352	14.5	16.1	166	0.1228	
435	55	89.5	5	60	56	1132	16.4	17.8	193	0.1705	
436	55	89.5	5	70	56	951	18.3	19.2	215	0.2261	
437	55	89.5	5	80	56	822	20.0	20.2	232	0.2822	
438	55	89.5	5	90	56	750	21.1	21.0	244	0.3253	
439	55	89.5	5	100	56	709	21.9	21.5	253	0.3568	
440	55	89.5	4	20	56	1828	9.5	9.5	62	0.0339	
441	55	89.5	4	30	56	1120	13.4	13.5	102	0.0911	
442	55	89.5	4	40	56	760	17.4	16.7	138	0.1816	
443	55	89.5	4	50	56	595	20.7	19.0	170	0.2857	
444	55	89.5	4	60	56	485	23.6	21.0	197	0.4062	
445	55	89.5	4	70	56	424	25.8	22.5	219	0.5165	
446	55	89.5	4	80	56	379	27.8	23.6	237	0.6253	
447	55	89.5	4	90	56	360	28.9	24.5	250	0.6944	
448	55	89.5	4	100	56	334	30.2	25.1	259	0.7754	
449	56	94.5	5	55	63	1379	16.4	17.5	188	0.1363	1990, 1996.
450	56	94.5	4	40	63	1764	11.0	16.0	159	0.0901	
451	56	94.5	4	30	63	1880	10.5	13.4	121	0.0644	
452	56	94.5	3	29	63	1016	13.5	15.0	111	0.1093	
453	56	94.5	4	25	63	1990	8.0	11.0	105	0.0528	
454	56	94.5	5	35	63	2190	8.6	12.5	145	0.0662	
455	56	94.5	4	38	63	1550	9.5	16.2	89	0.0574	
456	56	94.5	6	50	63	1192	12.1	14.0	141	0.1183	
457	56	94.5	4	45	63	960	16.0	17.6	142	0.1479	
458	56	94.5	3	32	63	976	14.0	16.3	129	0.1322	
459	56	94.5	3	24	63	2016	10.0	12.2	127	0.0630	
460	56	94.5	3	33	63	2125	11.0	15.6	169	0.0795	
461	56	90.5	3	40	57	1521*	14.0	17.0	182	#3НАЧ!	1984
462	56	90.5	3	40	57	956*	15.0	15.0	119	#3НАЧ!	
463	56	94.5	3	35	55	2122	11.5	18.0	186	0.0877	1982.
464	56	90.5	4	40	57	1460*	14.1	17.0	182	#3НАЧ!	1984.
465	56	90.5	5	80	56	833	17.8	20.0	190	0.2281	1983.
466	43.5	143	2	16	38	2528	7.2	10.0	52*	0.0206	1965
467	43.5	143	3	37	38	1325	10.9	13.4	—	#3НАЧ!	
468	43.5	143	2	43	38	900	15.0	18.1	131*	0.1456	
469	43.217	142.417	—	22	43	—	—	—	104*	#3НАЧ!	1970
470	43.217	142.45	2	47	47	500	19.5	20.6	155	0.3100	1974
471	43.217	142.45	2	47	47	600	19.4	22.5	202	0.3367	
472	43.217	142.45	2	47	47	270	23.5	22.2	122	0.4519	
473	43	144	3	10	34	18954	2.67	4.30	29*	0.0015	1961
474	34	135.5	3	13	50	20064	3.00	5.00	52	0.0026	1977
475	41	48	6	20	48	9480	4.4	4.5	36*	0.0038	1975
476	41	48	6	30	48	3560	5.9	6.5	34*	0.0096	

РАНГОВЫЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ БЕРЕЗНЯКОВ

Распечатки от программной среды приводятся почти без изменения и по ним видна технология идентификации устойчивых законов.

Широта от широты по рангам

User-Defined Model: $y=a*\exp(b*x)$

Coefficient Data:

a = 46.570958

b = 0.0049164469

User-Defined Model: $y=a*\exp(b*x^c)$

Coefficient Data:

a = 37.38128

b = 0.09490659

c = 0.407515

User-Defined Model: $y=a*\exp(b*x^c)$

Coefficient Data: после уточнения с зпятами

a = 37.503462

b = 0.096238494

c = 0.4042545

Долгота от долготы по рангам

Linear Fit: $y=a+bx$

Coefficient Data:

a = -21.336568

b = 1.6582434

User-Defined Model: $y=a*x^b*\exp(-c*x)-d$

Coefficient Data:

a = 3.4530928

b = 0.74670608

c = -0.0050857276

d = 22.658329

User-Defined Model: $y=-a*\exp(-b*x)+c*x^d*\exp(-e*x)$

Coefficient Data:

a = 124.48009

b = -0.01578963

c = 88.020917

d = 0.15305841

e = -0.014649821

User-Defined Model: $y=-a*\exp(-b*x)+c*x^d$

Coefficient Data:

a = 152.91888

b = 0.0072918726

c = 92.122262

d = 0.15823497

User-Defined Model: $y=-a*\exp(-b*x)+c*x^d*\exp(-e*x)$

Coefficient Data:

a = 124.46968

b = -0.015775038

c = 88.018094

d = 0.15301994

e = -0.01464

аномально

User-Defined Model: $y=-a*\exp(b*x^c)+d*x^e*\exp(-f*x^g)$

Coefficient Data:

a = 131.94381

b = 0.05068646

c = 0.77714316

$d = 78.590983$
 $e = 0.34385493$
 $f = -0.0015114324$
 $g = 1.4062451$
 User-Defined Model: $y = -a * \exp(-b * x) + c * x^d * \exp(-e * x)$
 Coefficient Data:
 $a = 124.64066$
 $b = -0.015669799$
 $c = 88.047936$
 $d = 0.15382312$
 $e = -0.014525247$

User-Defined Model: $y = -a * \exp(b * x^c) + d * x^e * \exp(-f * x^g)$

Coefficient Data:
 $a = 117.11485$
 $b = 2.0319914$
 $c = 0.13263798$
 $d = 796.02467$
 $e = 0.3500044$
 $f = -0.0061779482$
 $g = 0.80467839$

Бонитет от бонитета по рангам

Возраст от возраста по рангам

User-Defined Model: $y = a * \exp(-b * x)$

Coefficient Data:

$a = 119.85919$

$b = 0.023805142$

User-Defined Model: $y = a * \exp(-b * x^c)$

Coefficient Data:

$a = 131.22813$

$b = 0.046570011$

$c = 0.84806627$

User-Defined Model: $y = a * \exp(-b * x^c) + d$

Coefficient Data:

$a = 805.58361$

$b = 0.047756652$

$c = 0.34817971$

$d = -631.38906$

User-Defined Model: $y = a * \exp(-b * x^c) + d * \exp(-e * x)$

Coefficient Data:

$a = 2666.5621$

$b = 0.071554122$

$c = 0.93807181$

$d = -2462.1195$

$e = 0.060057836$

User-Defined Model: $y = a * \exp(-b * x^c) + d * \exp(-e * x^f)$

Coefficient Data:

$a = 3887.5378$

$b = 0.065037408$

$c = 0.96408511$

$d = -3685.2336$

$e = 0.057624757$

$f = 1.0065709$

Начала онтогенеза по рангам

User-Defined Model: $y=a*\exp(b*x)$

Coefficient Data:

a = 209.44844

b = 0.0041423451

User-Defined Model: $y=a*\exp(b*x^c)$

Coefficient Data:

a = 140.83759

b = 0.18204179

c = 0.31570195

User-Defined Model: $y=a*\exp(b*x^c)-$

$d*\exp(e*x)$ Coefficient Data:

a = 145.43911

b = 0.18404525

c = 0.30899281

d = 6.5919551

e = -0.0020635404

User-Defined Model: $y=a*\exp(b*x^c)-$

$d*\exp(-e*x)$ Coefficient Data:

a = 141.69563

b = 0.18096329

c = 0.31593805 d = 0.83079497

e = 0.0014748883

очень малая прибавка и поэтому остается только одна составляющая

Время измерения по рангам

User-Defined Model: $y=a*\exp(-b*x)$

Coefficient Data:

a = 73.411608

b = 0.021130402

User-Defined Model: $y=a*\exp(-b*x^c)$

Coefficient Data:

a = 71.471409

b = 0.01008694

c = 1.2204415

Запас от запаса по рангам

Linear Fit: $y=a+bx$ Coefficient Data:

$a = 353.59464$ $b = -1.2812845$

User-Defined Model: $y=a*\exp(-b*x)-c*x$

Coefficient Data:

$a = 383.43157$ $b = -0.002698462$

$c = 2.8463129$

User-Defined Model: $y=a*\exp(b*x)-c*x^d$

Coefficient Data:

$a = 462.58694$ $b = -0.0016082651$

$c = 28.605946$ $d = 0.4033369$

User-Defined Model: $y=a*\exp(-b*x)-$

$c*x^d*\exp(-e*x)$ Coefficient Data:

$a = 487.43606$ $b = 0.0016528336$

$c = 54.791657$ $d = 0.26945893$

$e = -0.00057516342$

аномальное изменение,но затем выпрямляется User-Defined Model: $y=a*\exp(-b*x^c)-$

$d*x^e*\exp(-f*x^g)$ Coefficient Data:

$a = 485.36164$ $b = 0.00013673542$

$c = 1.5808233$ $d = 45.054081$

$e = 0.42044133$

$f = 0.021322623$

$g = 0.69875088$

Густота от густоты по рангам

User-Defined Model: $y=a*\exp(b*x)-c*x$

Coefficient Data:

$a = 0.1354861$ $b = 0.032027659$

$c = 0.97782855$

User-Defined Model: $y=a*\exp(b*x^c)-d*x$

Coefficient Data:

$a = 3.6484852e-013$ $b = 0.049798534$

$c = 1.113494$ $d = -14.255629$

User-Defined Model: $y=a*\exp(b*x^c)+d*x^e$

Coefficient Data:

$a = 9.7645844e-017$ $b = 0.053624135$

$c = 1.1321225$ $d = 0.00051481813$

$e = 2.8106059$

User-Defined Model:

$y=a*\exp(b*x^c)+d*x^e*\exp(-f*x)$

Coefficient Data:

$a = 2.5443161e-018$ $b = 0.055197691$

$c = 1.1393724$ $d = 0.0009615485$

$e = 2.5418207$ $f = -0.0028813037$

User-Defined Model: $y=2.54432e-$

$18*\exp(0.055198*x^1.13937)+a*\exp(b*x)$

Coefficient Data:

$a = 189.94228$ $b = 0.010514234$

User-Defined Model: $y=2.54432e-$

$18*\exp(0.055198*x^1.13937)+a*\exp(b*x^c)$

Coefficient Data:

$a = 308.70872$ $b = 0.0031861944$

$c = 1.179149$

User-Defined Model: $y=a*\exp(b*x^c)+$

$d*\exp(e*x^f)$ Coefficient Data:

$a = 282.32942$ $b = 0.00073788815$

$c = 1.4386541$ $d = 1.5229453e-022$

$e = 0.059097383$ $f = 1.1564427$

g = 0.99689098

Высота от высоты по рангам

Linear Fit: $y=a+bx$ Coefficient Data:

a = 27.17759

b = -0.12948733

User-Defined Model: $y=a*\exp(-b*x)-c*x$

Coefficient Data:

a = 27.17759 b = 6.7362379e-008

c = 0.1294855

User-Defined Model: $y=a*\exp(-b*x)-c*x^d$

Coefficient Data:

a = 27.375286 b = 3.7075522e-006

c = 0.14514875 d = 0.97901179

User-Defined Model: $y=a*\exp(-b*x)-c*x^d*\exp(-e*x)$ Coefficient Data:

a = 30.50323 b = 0.0024422052

c = 2.0560314 d = 0.23450736

e = -0.0046018007

снова аномальное изменение

User-Defined Model: $y=a*\exp(-b*x^c)-d*x^e*\exp(-f*x^g)$

Coefficient Data:

a = 30.558169 b = 0.0013845194

c = 1.0941561 d = 2.1186654

e = 0.25849926 f = -0.004042889

Диаметр от диаметра по рангам

Linear Fit: $y=a+bx$ Coefficient Data:

a = 27.730951 b = -0.12771696

User-Defined Model: $y=a*\exp(-b*x)-c*x$

Coefficient Data:

a = 30.240358 b = -0.0035839198

c = 0.29212571

User-Defined Model: $y=a*\exp(b*x)-c*x^d$

Coefficient Data:

a = 50.144026 b = -0.0012946068

c = 11.849474 d = 0.20439376

User-Defined Model: $y=a*\exp(-b*x)-c*x^d*\exp(-e*x)$ Coefficient Data:

a = 51.401184 b = -0.00962213

c = 11.249752 d = 0.33344285

e = -0.0083428159

снова аномальное изменение

User-Defined Model: $y=a*\exp(b*x)-c*x^d*\exp(-e*x^f)$ Coefficient Data:

a = 50.290738 b = 0.015572121

c = 9.3026626 d = 0.44097057

e = -0.0074066571 f = 1.0959608

User-Defined Model: $y=a*\exp(b*x^c)-$

$d \cdot x^e \cdot \exp(-f \cdot x^g)$ Coefficient Data:
 $a = 50.285848$ $b = 0.018084539$
 $c = 1.0303256$ $d = 9.0552369$
 $e = 0.47887316$ $f = -0.0081010741$
 $g = 1.1412034$

Объем ствола от объема по рангам
 User-Defined Model: $y = a \cdot \exp(-b \cdot x)$
 Coefficient Data:
 $a = 1.0208481$ $b = 0.016210333$
 User-Defined Model: $y = a \cdot \exp(-b \cdot x^c)$
 Coefficient Data:
 $a = 2.1484215$ $b = 0.34484725$

$c = 0.41703929$
 User-Defined Model: $y = a \cdot \exp(-b \cdot x^c) - d \cdot \exp(-e \cdot x)$ Coefficient Data:
 $a = 2.1865653$ $b = 0.37721744$
 $c = 0.39345414$ $d = 0.00060469479$
 $e = -0.010988789$
 User-Defined Model: $y = a \cdot \exp(-b \cdot x^c) - d \cdot \exp(e \cdot x^f)$ Coefficient Data:
 $a = 2.1881725$
 $b = 0.3787519$
 $c = 0.39282986$ $d = 1.0412808 \cdot 10^{-12}$
 $e = 10.316647$
 $f = 0.14480297$

Комплекс статистических моделей:

$$\alpha = 37,50346 \exp(0,096238 r^{0,40425}) ;$$

$$\beta = -117,1149 \exp(2,03199 r^{0,13264}) + 796,0247 r^{0,35000} \exp(0,0061779 r^{0,80468}) ; B = r ;$$

$$\bar{A} = 3887,5378 \exp(-0,065037 r^{0,96409}) - 3685,2336 \exp(-0,057625 r^{1,00657}) ;$$

$$t_u = 71,4714 \exp(-0,010087 r^{1,22044}) \quad t_o = 140,8376 \exp(0,18204 r^{0,31570}) ;$$

$$\bar{q} = 485,3616 \exp(-0,00013684 r^{1,58082}) - 45,05408 r^{0,42044} \exp(-0,021323 r^{0,69875})$$

$$\bar{n} = 282,3294 \exp(0,00073789 r^{1,43865}) + 1,52295 \cdot 10^{-22} \exp(0,059097 r^{1,15644})$$

$$\begin{aligned}\bar{H} &= 30,55817 \exp(-0,0013845r^{1,09415}) - 2,11867r^{0,25850} \exp(0,0040429r^{0,99689}) \\ \bar{D} &= 50,28585 \exp(0,018085r^{1,03033}) - 9,05524r^{0,47887} \exp(0,0081011r^{1,14120}) ; \\ \bar{V} &= 2,18817 \exp(-0,37875r^{0,39283}) - 1,04128 \cdot 10^{-12} \exp(10,31665r^{0,14480}) .\end{aligned}$$

Таблица П2.1

Матрица параметров модели (1.1) рангового распределения пробных площадей

Параметр березняка	Первая составляющая модели (1.1)				Вторая составляющая модели (1.1)				Коефф. коррел.
	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	a_6	a_7	a_8	
α , град	37,50346	0	-0,096238	0,40425	0	0	0	0	0,9798
β , град	-117,1149	0	-2,03199	0,13264	796,0247	0,35000	-0,0061779	0,80468	0,9929
B , ранг	1	0	0	0	0	0	0	0	1
$\bar{A}$, лет	3887,5378	0	0,065037	0,96409	-3685,2336	0	0,057625	1,00657	0,9935
t_u , лет	71,47141	0	0,010087	1,22044	0	0	0	0	0,9961
t_o , лет	140,8376	0	-0,18204	0,31570	0	0	0	0	0,9898
$\bar{q}$, м ³ /га	485,3616	0	0,00013674	1,58082	45,05408	0,42044	0,021323	0,69875	0,9996
$\bar{n}$, шт./га	282,3294	0	-0,00073789	1,43865	1,52295	0	-0,059097	1,15644	0,9976
$\bar{H}$, м	30,55817	0	0,0013845	1,09416	-2,11867	0,25850	-0,0040429	0,99689	0,9997
$\bar{D}$, см	50,28585	0	-0,018085	1,03033	-9,05524	0,47887	-0,0081011	1,14120	0,9989
$\bar{V}_c$, м ³	2,18817	0	0,37875	0,39283	-1,04128e-12	0	-10,31665	0,14480	0,9885

Таблица П2.2

Характеристика добротности и динамичности исходных данных

Параметр березняка	Коефф. коррел.	Макс. ранг	Коефф. приспособ.	Коефф. динам.
Широта α , град	0,9798	74	-	0,0788
Долгота β , град	0,9929	89	-1,031	0,0930
Бонитет B , ранг	1	-	-	-
Возраст $\bar{A}$, лет	0,9935	85	-0,681	-0,6404
Нач. измер. t_u , лет	0,9961	37	-	-0,2000
Нач. онтоген. t_o , лет	0,9898	108	-	0,0400
Запас $\bar{q}$, м ³ /га	0,9996	296	-0,983	-0,8786
Густота $\bar{n}$, шт./га	0,9976	409	6,206	0,0393
Высота $\bar{H}$, м	0,9997	198	-0,939	-0,4981
Диаметр $\bar{D}$, см	0,9989	220	-1	-0,7081
Объем $\bar{V}_c$, м ³	0,9885	410	-1,355	-1

ФАКТОРНЫЙ АНАЛИЗ ПАРАМЕТРОВ БЕРЕЗНЯКОВ

В бинарных отношениях между факторами распечатки от программной среды приводятся почти без изменения и по ним видна технология идентификации устойчивых законов. Даны биотехнические модели геостатистической и экосистемной суперпозиции березняков относительно геодезических координат пробных площадей по исходным данным []. Время измерения $t=0$ в 1927 году для пробной площади ясени. Общее начало онтогенеза всего множества пробных площадок с 1667 года.

Изменение (виртуальное) широты от других факторов

Широта от долготы

Начало долготы примем 180 градусов

User-Defined Model: $y=a*(x+180)^b*\exp(-c*(x+180))+30$

Coefficient Data:

a = 0.00010637325

b = 2.8872813

c = 0.014101573

User-Defined Model: $y=a*(x+d)^b*\exp(-c*(x+d))+30$

Coefficient Data: a = 7.0134316e-005 b = 2.9522765 c = 0.013762009 d = 191.42753

User-Defined Model: $y=a*(x+180)^b*\exp(-c*(x+180))+d*\exp(-e*(x+180))$

Coefficient Data:

a = 7.3319809e-005

b = 3.0341956

c = 0.012898163

d = 131.02961

e = 0.017143122

$c*(x+180)^d+e*\exp(-f*(x+180)^g)$

Coefficient Data:

a = 7.0970288e-005

b = 3.0463391

c = 0.012722985

d = 1.003746

e = 104.54415

f = 0.0060059155

g = 1.197796

степени ненамного улучшили модель

180 градусов не воспринимает

Нужна другая систем исчисления широты

User-Defined Model: $y=a*(x+180)^b*\exp(-c*(x+180)^d)+e*\exp(-f*(x+180)^g)$

Coefficient Data:

a = 6.8089881e-005

b = 3.0671573

c = 0.01247002

d = 1.010494

e = 69.125489

User-Defined Model: $y=a*(x+180)^b*\exp(-$

f = 0.00028310451

g = 1.7887761

Широта от бонитета

Linear Fit: $y=a+bx$ Coefficient Data:

a = 53.920707

b = 0.63055115

User-Defined Model: $y=a*\exp(-b*x)+c*x^d$

Coefficient Data:

a = 55.714051

b = -0.0013459701

c = 4.4557974e-006

d = 6.6980839

User-Defined Model:

$y=a*\exp(b*x)+c*x^d*\exp(-e*x)$

Coefficient Data:

a = 55.712734

b = 0.0014074183

c = 6.8655222e-007

d = 8.4719814

e = 0.22571692

Широта от возраста

Linear Fit: $y=a+bx$

Coefficient Data:

a = 56.241194

b = 0.0044773237

User-Defined Model: $y=a*x^b*\exp(-c*x)+d$

Coefficient Data:

a = 2.5618749e-005

b = 3.2891755

c = 0.039522096

d = 55.400465

User-Defined Model: $y=a*\exp(-b*x)+c*x^d*\exp(-e*x)$

Coefficient Data:

a = 57.625155

b = 0.0019151615

c = 7.892088e-006

d = 3.8372473

e = 0.03649697

Широта от начала онтогенеза

Linear Fit: $y=a+bx$

Coefficient Data:

$a = 58.116589$

$b = -0.0062275688$

User-Defined Model: $y=a*\exp(-b*x)-$

$c*x^d*\exp(-e*x)$

Coefficient Data:

$a = 35.430523$

$b = -0.0054021454$

$c = 0.012848078$

$d = 1.4185968$

$e = -0.0035985867$

Широта от времени измерения

Linear Fit: $y=a+bx$ Coefficient Data:

$a = 57.347917$

$b = -0.0167526$

User-Defined Model: $y=a*\exp(-b*x)-$

$c*x^d*\exp(-e*x)$ Coefficient Data:

$a = 35.728062$

$b = -0.02667397$

$c = 0.048806218$

$d = 1.7448355$

$e = -0.011103241$

Широта от запаса

Linear Fit: $y=a+bx$

Coefficient Data:

$a = 56.808787$

$b = -0.0024409925$

User-Defined Model: $y=a*\exp(-b*x)-$

$c*x^d*\exp(-e*x)$

Coefficient Data:

a = 60.324549
b = 0.00018478464
c = 0.0095159624
d = 1.7499001
e = 0.02037266

Широта от густоты

Linear Fit: $y=a+bx$

Coefficient Data:

a = 56.25619
b = 2.7022296e-005

User-Defined Model: $y=a*\exp(-b*x)-c*x^d*\exp(-e*x)$

Coefficient Data:

a = 41.834179
b = -2.9936167e-011
c = -10.984307
d = 0.036772471
e = -1.1191095e-009

Широта от высоты

Linear Fit: $y=a+bx$

Coefficient Data:

a = 57.407605
b = -0.069434856
User-Defined Model: $y=a*\exp(-b*x)-c*x^d*\exp(-e*x)$
Coefficient Data:
a = 60.345691
b = 0.0021649796
c = 0.38994427
d = 1.6116209
e = 0.16930104

Широта от диаметра

Linear Fit: $y=a+bx$

Coefficient Data:

a = 57.901824
b = -0.11971025

User-Defined Model: $y=a*\exp(-b*x)-c*x^d*\exp(-e*x)$

Coefficient Data:
a = 56.97645
b = -0.0013066006
c = 0.22865646
d = 0.33667065
e = -0.066783147

Широта от объема ствола березы

Linear Fit: $y=a+bx$

Coefficient Data:

$a = 57.005158$

$b = -3.4766607$

User-Defined Model: $y=a*\exp(-b*x)-c*x^d*\exp(-e*x)$

Coefficient Data:

$a = 56.770381$

$b = 0.023767188$

$c = 77117.234$

$d = 18.84354$

$e = 11.054439$

Изменение (виртуальное) долги от других факторов

Долгота от широты

Linear Fit: $y=a+bx$ Coefficient Data:

$a = 165.57492$

$b = -1.9967967$

User-Defined Model: $y=a*\exp(-b*x)-c*x^d*\exp(-e*x)$ Coefficient Data:

$a = 962.67651$

$b = 0.012255785$

$c = 5.3765907$

$d = 1.6408922$

$e = 0.039543368$

User-Defined Model: $y=a*\exp(-b*x^c)-d*x^e*\exp(-f*x^g)$ Coefficient Data:

$a = 877.09143$

$b = 0.0081573682$

$c = 1.1147219$

$d = 2.6479087$

$e = 1.820819$

$f = 0.033608941$

$g = 1.0581938$

Долгота от бонитета

Linear Fit: $y=a+bx$ Coefficient Data:

$a = 36.370079$

$b = 4.0540698$

User-Defined Model: $y=a*\exp(-b*x)+c*x^d*\exp(-e*x)$ Coefficient Data:

$a = 0.23562986$

$b = -0.55259234$

$c = 33.331604$

$d = 1.10472$ $e = 0.26166739$

Долгота от возраста

Linear Fit: $y=a+bx$

Coefficient Data:

$a = 35.513035$

$b = 0.3818405$

User-Defined Model: $y=a*\exp(-b*x)+c*x^d*\exp(-e*x)$

Coefficient Data:

$a = 31.662329$

$b = 0.022497907$

$c = 6.9014552$

$d = 0.39907526$

$e = -0.0049977606$

Долгота от начала онтогенеза

Linear Fit: $y=a+bx$

Coefficient Data:

$a = 114.17468$

$b = -0.22836174$

User-Defined Model: $y=a*\exp(-b*x)-c*x^d*\exp(-e*x)$ Coefficient Data:

$a = 255.03165$

$b = -0.0040096401$

$c = 0.55915593$

$d = 1.2927835$

$e = 0.00036611655$

Долгота от времени измерения

Linear Fit: $y=a+bx$ Coefficient Data:

$a = 114.17468$

$b = -0.22836174$

User-Defined Model: $y=a*\exp(-b*x)-c*x^d*\exp(-e*x)$ Coefficient Data:

$a = 253.31441$

$b = -0.0040126066$

$c = 0.5296479$

$d = 1.3028454$

$e = 0.00039750166$

Долгота от запаса

Linear Fit: $y=a+bx$ Coefficient Data:

$a = 51.983043$

$b = 0.0043684604$

User-Defined Model: $y=a*\exp(-b*x)+c*x^d*\exp(-e*x)$ Coefficient Data:

$a = 47.224708$

$b = -0.00013037941$

$c = 1.7964039e-006$

$d = 3.8739891$

$e = 0.027192027$

Дългота от густоты

Linear Fit: $y=a+bx$ Coefficient Data:

$a = 53.86583$

$b = -0.00020437106$

User-Defined Model: $y=a*\exp(-b*x)-c*x^d*\exp(-e*x)$ Coefficient Data:

$a = 122.33827$

$b = -1.4227144e-009$

$c = 39.007488$

$d = 0.074050832$

$e = 1.6693488e-009$

Дългота от диаметра

Linear Fit: $y=a+bx$

Coefficient Data:

$a = 41.063518$

$b = 0.90931111$

User-Defined Model: $y=a*\exp(-b*x)+c*x^d*\exp(-e*x)$ Coefficient Data:

$a = 46.937526$

$b = 0.015187303$

$c = 2.3624633$

$d = 0.34776107$

$e = -0.056656794$

Дългота от высоты

Linear Fit: $y=a+bx$ Coefficient Data:

$a = 46.45501$

$b = 0.43680328$

User-Defined Model: $y=a*\exp(-b*x)+c*x^d*\exp(-e*x)$ Coefficient Data:

$a = 46.488859$

$b = -0.0033557889$

$c = 3.1526195e-011$

$d = 14.11033$

$e = 0.80958932$

Дългота от объема

Linear Fit: $y=a+bx$ Coefficient Data:

$a = 47.409332$

$b = 32.346706$

User-Defined Model: $y=a*\exp(-b*x)+c*x^d*\exp(-e*x)$ Coefficient Data:

$a = 38.812229$

$b = 2.7084405$

$c = 43.350943$

$d = 0.29316867$ $e = -0.53951657$

Изменение бонитета от других факторов

Бонитет от широты

User-Defined Model: $y = a \cdot x^b \cdot \exp(-c \cdot x) + d$

Coefficient Data:

a = 1.4841037e-007

b = 0.80676532

c = -0.19884984

d = 3.5362223

User-Defined Model: $y = a \cdot \exp(-b \cdot x) + c \cdot x^d \cdot \exp(-e \cdot x)$

Coefficient Data:

a = 5.0537855

b = 0.0057769315

c = 4.9250212e-009

d = 0.71845934

e = -0.25651304

Бонитет от возраста

Linear Fit: $y = a + bx$

Coefficient Data:

a = 3.3275728

b = 0.015302165

User-Defined Model: $y = a \cdot \exp(-b \cdot x) + c \cdot x^d \cdot \exp(-e \cdot x)$

Coefficient Data:

a = 4.1941875

b = 0.0087614785

c = 5.4015616e-005

d = 2.7789742

e = 0.017136259

Бонитет от долготы

User-Defined Model: $y = a \cdot (x+180)^b \cdot \exp(-c \cdot (x+180)) + 2$

Coefficient Data:

a = 0.00058101928

b = 1.5882814

c = 0.0021420794

User-Defined Model: $y = a \cdot (x+180)^b \cdot \exp(-c \cdot (x+180)) + d \cdot \exp(-e \cdot (x+180))$

Coefficient Data:

a = 0.00058444262

b = 1.6045285

c = 0.0020162444

d = 2.1797488

e = 0.00098637072

Бонитет от времени измерения

Linear Fit: $y = a + bx$

Coefficient Data:

a = 4.39599

b = -0.0069828355

User-Defined Model: $y = a \cdot \exp(-b \cdot x) - c \cdot x^d \cdot \exp(-e \cdot x)$

Coefficient Data:

Coefficient Data:

a = 3.8539831
b = -0.0094401424
c = 0.0057414823
d = 1.5012736
e = -0.00080914952

Бонитет от начала онтогенеза

Linear Fit: $y=a+bx$

Coefficient Data:

a = 7.7719396
b = -0.013965384

User-Defined Model: $y=a*\exp(-b*x)-c*x^d*\exp(-e*x)$

Coefficient Data:

a = 9.1938114
b = -0.0011553225
c = 0.018994943
d = 1.1413327
e = 0.0010234185

Бонитет от запаса

Linear Fit: $y=a+bx$

Coefficient Data:

a = 4.9087777
b = -0.0055255167
User-Defined Model: $y=a*\exp(-b*x)-c*x^d*\exp(-e*x)$
Coefficient Data:
a = 5.9438932
b = 0.0015770131
c = 0.074162798
d = 0.73347827
e = 0.0087360393

Бонитет от густоты

Linear Fit: $y=a+bx$ Coefficient Data:

a = 3.9712954
b = 6.7952685e-006

User-Defined Model: $y=a*\exp(-b*x)+c*x^d*\exp(-e*x)$ Coefficient Data:

a = 3.9713017
b = -6.555309e-012
c = 6.7892342e-006
d = 0.99978741
e = -2.727961e-011

Бонитет от высоты

Linear Fit: $y=a+bx$

Coefficient Data:

$a = 5.4122366$

$b = -0.095856481$

User-Defined Model: $y=a*\exp(-b*x)-$

$c*x^d*\exp(-e*x)$

Coefficient Data:

$a = 6.5641796$

$b = -0.03632404$

$c = 1.2416086$

$d = 0.43586235$

$e = -0.039044449$

Бонитет от объема ствола

Linear Fit: $y=a+bx$

Coefficient Data:

$a = 4.1417736$

$b = -0.85333187$

User-Defined Model: $y=a*\exp(-b*x)-$

$c*x^d*\exp(-e*x)$

Coefficient Data:

$a = 4.5250195$

$b = -0.16524505$

$c = 6.4988211$

$d = 0.98202497$

$e = 1.3342502$

Бонитет от диаметра

Linear Fit: $y=a+bx$

Coefficient Data:

$a = 4.4350972$

$b = -0.034264081$

User-Defined Model: $y=a*\exp(-b*x)-$

$c*x^d*\exp(-e*x)$

Coefficient Data:

$a = 4.4005346$

$b = -0.0087659373$

$c = 0.003739936$

$d = 2.6302597$

$e = 0.087905289$

Изменение возраста от других факторов

Возраст от ширины

User-Defined Model: $y=a*\exp(b*x)$

Coefficient Data:

$a = 35.781345$

$b = 0.0042321342$

User-Defined Model: $y=a*\exp(b*x)$

Coefficient Data:

$a = 35.781573$

$b = 0.0042320221$

Возраст от долготы

Linear Fit: $y=a+bx$

Coefficient Data:

$a = 34.402907$

$b = 0.20889787$

Возраст от бонитета

Linear Fit: $y=a+bx$

Coefficient Data:

$a = 29.50325$

$b = 3.9098768$

Возраст а от времени измерения

Linear Fit: $y=a+bx$

Coefficient Data:

$a = 46.262632$

$b = -0.015135408$

Возраст от начала онтогенеза

Linear Fit: $y=a+bx$

Coefficient Data:

$a = 274.62421$

$b = -0.85364307$

User-Defined Model: $y=a*\exp(-b*x)-c*x^d*\exp(-e*x)$

Coefficient Data:

$a = 280.92943$

$b = -0.0047541613$

$c = 1.13204$

$d = 1.1284996$

$e = -0.0016196089$

User-Defined Model: $y=a*\exp(b*x)-c*x^d$

Coefficient Data:

$a = 261.04434$

$b = 0.0037895703$

$c = 0.26070977$

$d = 1.4061364$

User-Defined Model: $y=a*\exp(b*x^c)-d*x^e$

Coefficient Data:

$a = 253.43218$

$b = 0.0043591614$

$c = 0.98315005$

$d = 0.23164413$

$e = 1.4307166$

Возраст а от запаса

User-Defined Model: $y = a * x^b * \exp(-c * x)$

Coefficient Data:

$a = 18.007204$

$b = 0.11401477$

$c = -0.0019939391$

User-Defined Model: $y = a * x^b$

Coefficient Data:

$a = 5.305747$

$b = 0.43071532$

Возраст от густоты

Linear Fit: $y = a + bx$

Coefficient Data:

$a = 48.685657$

$b = -0.0007467167$

User-Defined Model: $y = a * \exp(-b * x) - c * x^d * \exp(-e * x)$

Coefficient Data:

$a = 757.74016$

$b = -5.7403314e-009$

$c = 608.05308$

$d = 0.02081564$

$e = 1.778477e-009$

User-Defined Model: $y = a * \exp(b * x) - c * x^d * \exp(-e * x)$

Coefficient Data:

$a = 46171.633$

$b = 7.363654e-009$

$c = 45997.616$

$d = 0.00037230668$

$e = 4.1295601e-010$

User-Defined Model: $y = a * \exp(b * x^c) - d * x^e * \exp(-f * x^g)$

Coefficient Data:

$a = 46171.692$

$b = 7.3630565e-009$

$c = 0.99931263$

$d = 45997.558$

$e = 0.00037269899$

$f = 4.1186457e-010$

$g = 0.99885651$

Возраст от диаметра

User-Defined Model: $y = a \cdot x^b \cdot \exp(-c \cdot x)$

Coefficient Data:

$a = 13.055637$

$b = 0.33710158$

$c = -0.02687339$

User-Defined Model: $y = a \cdot x^b$

Coefficient Data:

$a = 5.9258768$

$b = 0.79610575$

Возраст от высоты

User-Defined Model: $y = a \cdot x^b \cdot \exp(-c \cdot x)$

Coefficient Data:

$a = 14.752374$

$b = 0.16728243$

$c = -0.042388516$

User-Defined Model: $y = a \cdot x^b$

Coefficient Data:

$a = 5.6976269$

$b = 0.77493321$

Возраст от объема ствола

Linear Fit: $y=a+bx$

Coefficient Data:

$a = 32.091607$

$b = 79.842001$

User-Defined Model: $y=a*\exp(-$

$b*x)+c*x^d*\exp(-e*x)$

Coefficient Data:

$a = 0.12886364$

$b = -2.2593622$

$c = 68.167953$

$d = 0.19999953$

$e = -0.38777187$

User-Defined Model: $y=a*\exp(b*x)$

Coefficient Data:

$a = 38.332161$

$b = 0.89030682$

User-Defined Model: $y=a*\exp(b*x^c)$

Coefficient Data:

$a = 15.822169$

$b = 1.896935$

$c = 0.27498433$

Изменение времени начала измерения от других факторов

Время измерения от широты

Linear Fit: $y=a+bx$ Coefficient Data:

$a = 59.257542$

$b = -0.094621417$

User-Defined Model: $y=a*\exp(-b*x)-$

$c*x^d*\exp(-e*x)$ Coefficient Data:

$a = 19.159549$

$b = -0.033231056$

$c = 0.061132394$

$d = 1.1974915$

$e = -0.039253185$

User-Defined Model: $y=a*\exp(b*x)-$

$c*x^d*\exp(-e*x^f)$

Coefficient Data:

$a = 14.238817$

$b = 0.054253356$

$c = 0.065891181$

$d = 1.4346464$

$e = -0.053305623$

$f = 0.94936328$

Время измерения от долготы

User-Defined Model: $y=a*(x+180)^b*exp(-c*(x+180))+30$ Coefficient Data:

a = 0.56698646

b = 1.4067137

c = 0.0069179351

User-Defined Model: $y=a*(x+180)^b*exp(-c*(x+180))+d*exp(-e*(x+180))$

Coefficient Data:

a = 0.079951027

b = 1.8188672

c = 0.0077784547

d = 612.99141

e = 0.018772151

User-Defined Model: $y=a*(x+180)^b*exp(-c*(x+180)^d)+e*exp(-f*(x+180)^g)$

Coefficient Data:

a = 0.078796378

b = 1.8311837

c = 0.0076401369

d = 1.0067527

e = 373.1373

f = 0.0016826608

g = 1.4580767

Время измерения от бонитета

Linear Fit: $y=a+bx$ Coefficient Data:

a = 55.129233

b = -0.30252366

User-Defined Model: $y=a*exp(-b*x)-c*x$

Coefficient Data:

a = 55.129233

b = 2.7125382e-008

c = 0.30252217

Время измерения от возраста

Linear Fit: $y=a+bx$ Coefficient Data:

a = 54.033138

b = -0.0025628238

User-Defined Model: $y=a*exp(-b*x)-c*x$

Coefficient Data:

a = 54.03314

b = 7.6822924e-008

c = 0.0025587473

Время измерения от начала онтогенеза

Linear Fit: $y=a+bx$

Coefficient Data:

$a = 14.624209$
 $b = 0.14635693$
 User-Defined Model: $y=a*\exp(-b*x)+c*x^d*\exp(-e*x)$
 Coefficient Data:
 $a = 63.557731$
 $b = 0.0016493914$
 $c = 0.0034484563$
 $d = 0.53305268$
 $e = -0.019018557$
 User-Defined Model: $y=a*\exp(-b*x^c)+d*x^e*\exp(-f*x^g)$
 Coefficient Data:
 $a = 66.27554$
 $b = 0.0094935183$
 $c = 0.68339219$
 $d = 0.0029993907$
 $e = 0.41253183$
 $f = -0.019039875$
 $g = 1.0197994$

Время измерения от запаса

Linear Fit: $y=a+bx$ Coefficient Data:
 $a = 53.188087$
 $b = 0.0050427646$

User-Defined Model: $y=a*\exp(-b*x)+c*x^d*\exp(-e*x)$ Coefficient Data:
 $a = 50.991671$
 $b = -0.00016043591$
 $c = 3.1722918e-006$
 $d = 3.6462515$
 $e = 0.030015634$

Время измерения от густоты

Linear Fit: $y=a+bx$ Coefficient Data:
 $a = 54.756153$
 $b = -0.00016380639$
 User-Defined Model: $y=a*\exp(-b*x)-c*x^d*\exp(-e*x)$ Coefficient Data:
 $a = 54.754837$
 $b = -1.8323236e-011$
 $c = 0.00016449222$
 $d = 0.99922481$
 $e = 4.3028861e-011$

Время измерения от высоты

Linear Fit: $y=a+bx$ Coefficient Data:
 $a = 50.907742$
 $b = 0.20770117$
 User-Defined Model: $y=a*\exp(-b*x)+c*x^d*\exp(-e*x)$ Coefficient Data:

a = 49.738933
b = 0.014754317
c = 0.35548798
d = 1.7541268
e = 0.065130503

Время измерения от диаметра

Linear Fit: $y=a+bx$ Coefficient Data:

a = 52.906004

b = 0.084196812

User-Defined Model: $y=a*\exp(-b*x)+c*x^d*\exp(-e*x)$ Coefficient Data:

a = 50.308634

b = -0.0004476992

c = 0.055955934

d = 2.7374367

e = 0.19676814

Время измерения от объема

Linear Fit: $y=a+bx$ Coefficient Data:

a = 54.0368

b = -0.13052221

User-Defined Model: $y=a*\exp(-b*x)-c*x^d$ Coefficient Data:

a = 52.39003

b = -0.73800276

c = 60.11974

d = 1.5120117

User-Defined Model: $y=a*\exp(b*x)-c*x^d*\exp(-e*x)$ Coefficient Data:

a = 52.387122

b = 0.7481957

c = 60.174219

d = 1.5004094

e = -0.017145445

User-Defined Model: $y=a*\exp(b*x)-c*x^d*\exp(-e*x^f)$ Coefficient Data:

a = 51.995002

b = 1.100106

c = 101.57488

d = 1.5027221

e = -0.05371149

f = 2.7794331

User-Defined Model: $y=a*\exp(b*x)-c*x^d*\exp(-e*x^f)$ Coefficient Data:

a = 51.68423

b = 1.6859349

c = 154.19756

d = 1.4023209

e = -0.3999249

f = 1.6679717

Изменение начала онтогенеза от других факторов

Начало онтогенеза от широты

Linear Fit: $y=a+bx$

Coefficient Data:

$a = 282.24089$

$b = -0.24397$

User-Defined Model: $y=a*\exp(b*x)-$

$c*x^d*\exp(-e*x)$

Coefficient Data:

$a = 136.51533$

$b = 0.016036139$

$c = 0.016712692$

$d = 1.1614651$

$e = -0.06354471$

User-Defined Model: $y=a*\exp(b*x)-$

$c*x^d*\exp(-e*x^f)$

Coefficient Data:

$a = 136.28913$

$b = 0.016082882$

$c = 0.015968694$

$d = 1.1751508$

$e = -0.064464254$

$f = 0.99613683$

Начало онтогенеза от долготы

User-Defined Model: $y=a*(x+180)^b*\exp(-$

$c*(x+180))+30$

Coefficient Data:

$a = 0.22930821$

$b = 1.6109777$

$c = 0.007804547$

User-Defined Model: $y=a*(x+180)^b*\exp(-$

$c*(x+180))+d*\exp(-e*(x+180))$

Coefficient Data:

$a = 0.15039877$

$b = 1.6850344$

$c = 0.0073283$

$d = 632.42414$

$e = 0.020218262$

User-Defined Model: $y=a*(x+180)^b*\exp(-$

$c*(x+180)^d)+e*\exp(-f*(x+180))$

Coefficient Data:

$a = 2.1187137e-010$

$b = 5.4806159$

$c = 0.0011271991$

$d = 1.4468501$

$e = 350.9176$

$f = 0.0030199911$

Начало онтогенеза от бонитета

Linear Fit: $y=a+bx$

Coefficient Data:

$a = 285.62598$

$b = -4.2124005$

User-Defined Model: $y=a*\exp(-b*x)-c*x^d$

Coefficient Data:

$a = 280.05556$

$b = 0.0089816803$

$c = 2.3040673e-005$

$d = 6.4762735$

User-Defined Model: $y=a*\exp(-b*x)-c*x^d*\exp(-e*x)$

Coefficient Data:

$a = 280.96546$

$b = 0.010260407$

$c = 3.8081371e-013$

$d = 20.675915$

$e = 1.4749138$

Начало онтогенеза от возраста

Linear Fit: $y=a+bx$

Coefficient Data:

$a = 314.03314$

$b = -1.0025628$

User-Defined Model: $y=a*\exp(-b*x)-c*x^d*\exp(-e*x)$

Coefficient Data:

$a = 311.79459$

$b = -0.010054319$

$c = 4.5747459$

$d = 0.94966382$

$e = -0.0057163393$

User-Defined Model: $y=a*\exp(b*x)-c*x^d*\exp(-e*x^f)$

Coefficient Data:

$a = 312.10074$

$b = 0.00965665692$

$c = 4.5886239$

$d = 0.93473864$

$e = -0.0071580899$

$f = 0.95638069$

Начало онтогенеза от времени измерения

Linear Fit: $y=a+bx$

Coefficient Data:

$a = 213.73737$

$b = 1.0151354$

User-Defined Model: $y=a*\exp(-b*x)+c*x^d*\exp(-e*x)$

Coefficient Data:

$a = 285.28371$

$b = 0.0075049798$

$c = 0.78091825$

$d = 0.93816328$

$e = -0.015088508$

User-Defined Model: $y=a*\exp(-b*x)+c*x^d*\exp(-e*x^f)$

Coefficient Data:

a = 285.38664
b = 0.0075353313
c = 0.79464137
d = 0.93141426
e = -0.015969369
f = 0.98968664

Начало онтогенеза от запаса

Linear Fit: $y=a+bx$

Coefficient Data:

a = 290.16485
b = -0.12981983

User-Defined Model: $y=a*\exp(-b*x)-c*x^d*\exp(-e*x)$

Coefficient Data:

a = 282.99893
b = -0.0003866221
c = 0.0062454116
d = 1.73254

e = 0.0019437878

User-Defined Model: $y=a*\exp(b*x^c)-d*x^e*\exp(-f*x^g)$

Coefficient Data:

a = 283.52014
b = 0.00012488171
c = 1.2495351
d = 0.0047986027
e = 1.7901192
f = 0.0012028674
g = 1.0446636

Начало онтогенеза от густоты

User-Defined Model: $y=a*x^b*\exp(-c*x)+d$

Coefficient Data:

a = 12.44309
b = 0.23867968
c = 9.9873891e-006
d = 194.0893

User-Defined Model: $y=a*x^b*\exp(-c*x^d)+e$

Coefficient Data:

a = 257.41315
b = 0.049257248
c = 3.0366263e-006
d = 0.96070331
e = -102.45896

User-Defined Model: $y = -a * \exp(-b * x) + c * x^d * \exp(-e * x^f)$

Coefficient Data:

a = 103.47466
b = 1.7650243e-009
c = 259.10143
d = 0.048700413
e = 2.7955898e-006
f = 0.96402083

Начало онтогенеза от высоты

Linear Fit: $y = a + bx$

Coefficient Data:

a = 301.0426
b = -2.1878384

User-Defined Model: $y = a * \exp(-b * x) - c * x^d * \exp(-e * x)$

Coefficient Data:

a = 318.15852
b = -0.013234936
c = 24.202921
d = 0.38357522
e = -0.035477909

User-Defined Model: $y = a * \exp(b * x^c) - d * x^e * \exp(-f * x^g)$

Coefficient Data:

a = 373.95026
b = 0.35146377
c = 0.35039757
d = 227.64708
e = 0.32263628
f = -0.013811598
g = 0.95459982

Начало онтогенеза от диаметра

Linear Fit: $y = a + bx$

Coefficient Data:

a = 302.54237
b = -2.5742648

User-Defined Model: $y=a*\exp(-b*x)-c*x^d*\exp(-e*x)$

Coefficient Data:

a = 322.12213
b = -0.0065813664
c = 22.22883
d = 0.37600734
e = -0.024953535

User-Defined Model: $y=a*\exp(b*x^c)-d*x^e*\exp(-f*x^g)$

Coefficient Data:

a = 432.52588
b = 0.040527293
c = 0.52031833
d = 145.64378
e = 0.14068679
f = -0.0043204117
g = 1.2732974

a = 281.94519
b = -79.972523

User-Defined Model: $y=a*\exp(b*x)-c*x^d*\exp(-e*x)$

Coefficient Data:

a = 313.65344
b = -0.065143937
c = 54.836007
d = 0.14308911
e = -0.43550889

User-Defined Model: $y=a*\exp(-b*x^c)-d*x^e*\exp(-f*x^g)$

Coefficient Data:

a = 335.57168
b = 0.029654725
c = 0.43953519
d = 66.009037
e = 0.065749609
f = -0.56806524
g = 0.84706528

Начало онтогенеза от обѐма

Linear Fit: $y=a+bx$

Coefficient Data:

Изменение запаса березняка от других факторов

Запас от широты

Linear Fit: $y=a+bx$

Coefficient Data:

$a = 236.39927$

$b = -1.2822496$

User-Defined Model: $y=a*\exp(-b*x)-c*x^d*\exp(-e*x)$

Coefficient Data:

$a = 43.905682$

$b = -0.025914427$

$c = 4.6336799e-005$

$d = 0.064726745$

$e = -0.22173556$

User-Defined Model: $y=a*\exp(b*x^c)-d*x^e*\exp(-f*x^g)$

Coefficient Data:

$a = 45.17811$

$b = 0.021670777$

$c = 1.0399977$

$d = 3.4033481e-005$

$e = 0.17917296$

$f = -0.22511245$

$g = 0.99388236$

Запас от долготы

Linear Fit: $y=a+bx$

Coefficient Data:

$a = 161.98326$

$b = 0.039592077$

Запас от бонитета

Linear Fit: $y=a+bx$ Coefficient Data:

$a = 254.13477$

$b = -22.503834$

User-Defined Model: $y=a*\exp(-b*x)-c*x^d*\exp(-e*x)$ Coefficient Data:

$a = 184.71258$

$b = -0.15112693$

$c = 11.988456$

$d = 2.0152126$

$e = 0.041709596$

User-Defined Model: $y=a*\exp(b*x^c)-d*x^e*\exp(-f*x^g)$ Coefficient Data:

$a = 158.50313$

$b = 0.3201228$

$c = 0.55345324$
 $d = 16.058494$
 $e = 1.9596265$
 $f = 0.1718203$
 $g = 0.7978795$

это – естественная закономерность, а аномальные вторые составляющие – были от антропогенного влияния на березняки

Запас от возраста

User-Defined Model: $y = a \cdot x^b$

Coefficient Data:

$a = 20.790472$

$b = 0.5559458$

User-Defined Model: $y = a \cdot x^b \cdot \exp(-c \cdot x)$

Coefficient Data:

$a = 2.9816154$

$b = 1.2478611$

$c = 0.013538958$

User-Defined Model: $y = a \cdot x^b \cdot \exp(-c \cdot x)$

Coefficient Data:

$a = 2.9816098$

$b = 1.2478619$

$c = 0.013538977$

Запас от времени измерения

Linear Fit: $y = a + bx$

Coefficient Data:

$a = 139.21206$

$b = 0.46019602$

User-Defined Model: $y = a \cdot \exp(-b \cdot x) + c \cdot x^d \cdot \exp(-e \cdot x)$

Coefficient Data:

$a = 49387.768$

$b = 0.23723817$

$c = 0.010537391$

$d = 3.1641463$

$e = 0.054144374$

User-Defined Model: $y = a \cdot \exp(-b \cdot x^c) + d \cdot x^e \cdot \exp(-f \cdot x^g)$

Coefficient Data:

$a = 744.11285$

$b = 0.0010093061$

$c = 2.2933282$

$d = 0.00051324346$

$e = 3.9793502$

$f = 0.030298155$

$g = 1.1632637$

Запас от начала онтогенеза

Linear Fit: $y=a+bx$

Coefficient Data:

$a = 621.89675$

$b = -1.7028115$

User-Defined Model: $y=a*\exp(-b*x)+c*x^d*\exp(-e*x)$

Coefficient Data:

$a = 236.39411$

$b = -0.001145569$

$c = -0.13587021$

$d = 0.58747314$

$e = -0.013695996$

User-Defined Model: $y=a*\exp(b*x^c)-d*x^e*\exp(-f*x^g)$

Coefficient Data:

$a = 269.86347$

$b = 2.350895e-006$

$c = 1.8021482$

$d = 0.074998496$

$e = 0.51813671$

$f = -0.014770078$

$g = 1.0172662$

Запас от густоты

User-Defined Model: $y=a*\exp(-b*x)+32$

Coefficient Data:

$a = 209.39571$

$b = 0.0001909871$

User-Defined Model: $y=a*\exp(-b*x)+c*\exp(-d*x)$

Coefficient Data:

$a = 44.812352$

$b = 3.1167314e-007$

$c = 199.80472$

$d = 0.00021951548$

User-Defined Model: $y=a*\exp(-b*x)+c*\exp(-d*x)$

Coefficient Data:

$a = 45.171941$

$b = 5.8311373e-007$

$c = 199.48774$

$d = 0.00022009405$

User-Defined Model: $y=a*\exp(-b*x)+199.48774*\exp(-0.00022009*x)$

Coefficient Data:

$a = 45.30852$

$b = 1.305284e-006$

User-Defined Model: $y=a*\exp(-b*x^c)+199.48774*\exp(-0.00022009*x)$

Coefficient Data:

$a = 45.482966$

$b = 1.3060884e-006$

$c = 1.0637516$

User-Defined Model: $y=a*\exp(-b*x^c)+d*\exp(-e*x)$

Coefficient Data:

$a = 49.72127$

$b = 1.30609e-006$

$c = 1.1151978$

$d = 195.43828$

$e = 0.00022770939$

User-Defined Model: $y=49.72127*\exp(-1.30609e-6*x^1.11520)+a*x^b*\exp(-c*x)$

Coefficient Data:

a = 54.478224

b = 0.20935702

c = 0.00036080425

есть оптимальная густота!!!!!!

User-Defined Model: $y=a*\exp(-b*x^c)+d*x^e*\exp(-f*x)$

Coefficient Data:

a = 67.312601

b = 1.30609e-006

c = 1.1901907

d = 31.81172

e = 0.28624599

f = 0.00045964767

симбиотическая взаимная помощь деревьев друг другу

User-Defined Model: $y=a*\exp(-b*x^c)+d*x^e*\exp(-f*x^g)$

Coefficient Data:

a = 67.294076

b = 1.30609e-006

c = 1.1896172

d = 31.808649 e = 0.28627808

f = 0.00045967263 g = 0.99999403

Запас от высоты

User-Defined Model: $y=a*x^b*\exp(-c*x)$

Coefficient Data:

a = 5.7507861

b = 1.1784174

c = -0.008756469

User-Defined Model: $y=a*x^b$

Coefficient Data:

a = 4.4205715

b = 1.3265539

Запас от диаметра

User-Defined Model: $y=a*x^b*\exp(-c*x)$

Coefficient Data:

a = 8.5360153

b = 1.3518506

c = 0.033613559

User-Defined Model: $y=a*x^b*\exp(-c*x^d)$

Coefficient Data:

a = 9.1337436

b = 1.272241

c = 0.015224996

d = 1.1658457

$b = 0.4140605$

$c = 0.30548407$

User-Defined Model: $y = a * x^b * \exp(-c * x^d)$

Coefficient Data:

$a = 555.15065$

$b = 0.45488106$

$c = 0.49826069$

$d = 0.65138871$

Запас от объема

User-Defined Model: $y = a * x$

Coefficient Data:

$a = 515.74343$

User-Defined Model: $y = a * x^b * \exp(-c * x)$

Coefficient Data:

$a = 462.1851$

Изменение густоты от других факторов

Густота от широты

User-Defined Model: $y = a * x^b * \exp(-c * x^{1.43734}) - d * x^e * \exp(-f * x)$

Coefficient Data:

$a = 1.5656579e-056$

$b = 26.711103$

$c = 0.0036967856$

$d = 3.3433197e-030$

$e = 14.748478$

$f = 0.020601166$

User-Defined Model: $y = a * x^b * \exp(-c * x^d) -$

$e * x^f * \exp(-g * x)$

Coefficient Data:

$a = 9.4389446e-057$

$b = 26.812074$

$c = 0.0036955509$

$d = 1.438344$

$e = 2.0397266e-030$

$f = 14.85633$

$g = 0.021017564$

User-Defined Model: $y = a * x^b * \exp(-c * x^d) -$

$e * x^f * \exp(-g * x)$

Coefficient Data:

$a = 8.2126706e-065$

$b = 30.589547$
 $c = 0.0041074967$
 $d = 1.4535101$
 $e = 4.3384543e-041$
 $f = 19.621285$
 $g = 0.0035582538$
 $h = 1.3686711$

$c*(x+180)^d$
 Coefficient Data:
 $a = 1.1182495e-007$
 $b = 5.6473497$
 $c = 0.01171313$
 $d = 1.1512848$

Есть второй биотехнический закон

Густота от долготы

User-Defined Model: $y = a*(x+180)^b*\exp(-c*(x+180))+30$

Coefficient Data:

$a = 0.0042375745$
 $b = 3.4293185$
 $c = 0.02021548$

User-Defined Model: $y = a*(x+180)^b*\exp(-c*(x+180))$

Coefficient Data:

$a = 6.7983514e-005$
 $b = 4.3770059$
 $c = 0.024586901$

User-Defined Model: $y = a*(x+180)^b*\exp(-$

Густота от бонитета

Linear Fit: $y = a + bx$

Coefficient Data:

$a = 3377.1681$
 $b = 373.06431$

User-Defined Model: $y = a*x^b*\exp(-c*x) + 3377.2$

Coefficient Data:

$a = 86.110695$
 $b = 4.624232$
 $c = 0.83518116$

Густота от возраста

Linear Fit: $y=a+bx$ Coefficient Data:

$a = 11900.206$

$b = -156.03548$

User-Defined Model: $y=a*\exp(-b*x)-c*x^d*\exp(-e*x)$

Coefficient Data:

$a = 56949.222$

$b = 0.097896843$

$c = -46.508857$

$d = 0.86507166$

$e = 0.007941533$

User-Defined Model: $y=a*\exp(-b*x^c)+d*x^e*\exp(-f*x^g)$

Coefficient Data:

$a = 56506.716$

$b = 0.097052351$

$c = 0.9947914$

$d = 2.0696488$

$e = 1.6137112$

$f = 0.00033563996$

$g = 1.7514131$

Густота от времени измерения

Linear Fit: $y=a+bx$

Coefficient Data:

$a = 15717.629$

$b = -201.01775$

User-Defined Model: $y=a*\exp(-b*x)-c*x^d*\exp(-e*x)$

Coefficient Data:

$a = 10424.276$

$b = -0.047377936$

$c = 103.15571$

$d = 1.4591717$

$e = -0.024595499$

User-Defined Model: $y=a*\exp(b*x)-c*x^d*\exp(-e*x^f)$

Coefficient Data:

$a = 10388.078$

$b = 0.047256347$

$c = 99.586478$

$d = 1.4674051$

$e = -0.024819627$

$f = 0.99625513$

Густота от начала онтогенеза

User-Defined Model: $y=a*x^b*\exp(-c*x^d)-d*x^e*\exp(-f*x)$

Coefficient Data:

a = 7.1679847e-057

b = 26.867401

c = 0.0037069137

d = 1.5473229e-030

e = 14.91552

f = 0.021226378

сходу

User-Defined Model: $y=a*x^b*\exp(-c*x^d)-e*x^f*\exp(-g*x^h)$

Coefficient Data:

a = 2.1730943e-059

b = 28.036734

c = 0.0037360364

d = 1.4477615

e = 1.3661331e-033

f = 16.277949

g = 0.011298443

h = 1.1294523

Густота от запаса

Linear Fit: $y=a+bx$

Coefficient Data:

a = 9980.4631

b = -32.964498

User-Defined Model: $y=a*\exp(-b*x)-c*x^d*\exp(-e*x)$

Coefficient Data:

a = 15658.314

b = 0.0044109522

c = 0.76003182

d = 2.265305

e = 0.015984835

User-Defined Model: $y=a*\exp(-b*x^c)-d*x^e*\exp(-f*x^g)$

Coefficient Data:

a = 15007.189

b = 5.8315188e-005

c = 1.8281934

d = 0.22913611

e = 2.7460569

f = 0.018353149

g = 1.0495038

Густота от высоты

Linear Fit: $y=a+bx$

Coefficient Data:

$a = 16166.963$

$b = -769.11029$

User-Defined Model: $y=a*\exp(-b*x)-$

$c*x^d*\exp(-e*x)$

Coefficient Data:

$a = 245355.9$

$b = 0.52126536$

$c = 2863713.2$

$d = 4.3237725$

$e = 3.285925$

User-Defined Model: $y=a*\exp(-b*x^c)-$

$d*x^e*\exp(-f*x)$

Coefficient Data:

$a = 1023959.6$

$b = 2.0769588$

$c = 0.41948079$

$d = 3988506.2$

$e = 4.3821168$

$f = 3.6677018$

Густота от диаметра

Linear Fit: $y=a+bx$ Coefficient Data:

$a = 12107.734$

$b = -574.64486$

User-Defined Model: $y=a*\exp(-b*x)-$

$c*x^d*\exp(-e*x)$ Coefficient Data:

$a = 67496.605$

$b = 0.55151645$

$c = -3554.75$

$d = 0.3105346$

$e = 0.11414533$

User-Defined Model: $y=a*\exp(-$

$b*x)+c*x^d*\exp(-e*x^f)$ Coefficient Data:

$a = 66618.078$

$b = 0.56902724$

$c = 6233.1185$

$d = 0.38956995$

$e = 0.35710513$

$f = 0.71851575$

User-Defined Model: $y=a*\exp(-$

$b*x)+c*x^d*\exp(-e*x^f)$ Coefficient Data:

$a = 32440.246$

$b = 0.88606694$

$c = 1.5679063e+009$

$d = 2.4955664$

$e = 10.932049$ $f = 0.24603333$

Густота от объема

Linear Fit: $y=a+bx$ Coefficient Data:

$a = 6475.758$

$b = -10929.86$

заменить размерность кубометр на кубодециметр приходится умножить на 10000

User-Defined Model: $y=a*\exp(-b*(10000*x))-c*(10000*x)^d$

Coefficient Data:

$a = 69227.467$

$b = -1.5121897e-005$

$c = 42111.988$

$d = 0.070061661$

превратить в кубосантиметр?

User-Defined Model:

$y=a*\exp(b*(1000000*x))-c*(1000000*x)^d$

Coefficient Data:

$a = 204586.48$

$b = 3.6874691e-089$

$c = 163620.91$

$d = 0.018124043$

User-Defined Model:

$y=a*\exp(b*(1000000*x))-c*(1000000*x)^d$

Coefficient Data:

$a = 5229495.2$

$b = 3.7502703e-089$

$c = 5184612.7$

$d = 0.00070361521$

Надо понять размер чисел?

изменить размерность в исходной табличной модели? Пока не нужно, для этого нужна новая методология воспроизводства древесных растений из семян

Изменение высоты от других факторов

Высота от широты

Linear Fit: $y=a+bx$ Coefficient Data:

$a = 23.010545$

$b = -0.14761306$

User-Defined Model: $y=a*\exp(-b*x)-c*x^d*\exp(-e*x)$ Coefficient Data:

$a = 2.9045131$

$b = -0.037077172$

$c = 0.0032803972$

$d = 0.4409482$

$e = -0.10687254$

User-Defined Model: $y=a*\exp(b*x^c)-d*x^e*\exp(-f*x^g)$ Coefficient Data:

$a = 4.5017322$

$b = 0.029465432$

$c = 0.96061513$

$d = 0.00052858554$

$e = 0.15538845$

$f = -0.11918766$

$g = 1.0454931$

Высота от долготы

User-Defined Model: $y=a-b*(x+180)$

Coefficient Data:

a = 10.941807

b = -0.016082598

User-Defined Model: $y=a*\exp(-b*(x+180))+c*(x+180)^d$

Coefficient Data:

a = 16.512756

b = 0.0042130191

c = 0.013077934

d = 1.1862982

User-Defined Model: $y=a*\exp(-b*(x+180))+c*(x+180)^d*\exp(-e*(x+180))$

Coefficient Data:

a = 15.162729

b = 0.0021658018

c = 0.0085908377

d = 1.1036036

e = -0.0018615605

Высота от широты

Linear Fit: $y=a+bx$

Coefficient Data:

a = 21.108588

b = -1.603643

User-Defined Model: $y=a*\exp(-b*x)-c*x^d*\exp(-e*x)$

Coefficient Data:

a = 16.578999

b = -0.17882893

c = 1.9372034

d = 1.5356369

e = -0.034882119

User-Defined Model: $y=a*\exp(b*x^c)-d*x^e$

Coefficient Data:

a = 15.562992

b = 0.27676536

c = 0.75168215

d = 2.5989133

e = 1.4344662

Высота от возраста

User-Defined Model: $y=a*x^b*\exp(-c*x)$

Coefficient Data:

a = 0.45499437

b = 1.0985598

c = 0.012808356

User-Defined Model: $y=a*x^b*\exp(-c*x^d)$

Coefficient Data:

a = 1.6858279

b = 2.916366

c = 3.0649052

d = 0.27689871

User-Defined Model: $y=a*x^b*\exp(-c*x^d)$

Coefficient Data:

a = 38.213572

b = 3.6350125

c = 6.4488917

d = 0.21554716

Высота от начала онтогенеза

Linear Fit: $y=a+bx$

Coefficient Data:

$a = 10.496046$

$b = 0.077669702$

User-Defined Model: $y=a*\exp(-b*x)+c*x^d*\exp(-e*x)$

Coefficient Data:

$a = -0.021403991$

$b = -0.080754581$

$c = 0.23852722$

$d = 1.1591246$

$e = 0.0063239005$

Высота от начала онтогенеза

Linear Fit: $y=a+bx$

Coefficient Data:

$a = 46.445297$

$b = -0.11810027$

User-Defined Model: $y=a*\exp(-b*x)-c*x^d*\exp(-e*x)$

Coefficient Data:

$a = 16.855817$

$b = -0.0017591158$

$c = 0.0087889862$

$d = 0.61191632$

$e = -0.013898115$

User-Defined Model: $y=a*\exp(b*x^c)-d*x^e*\exp(-f*x^g)$

Coefficient Data:

$a = 16.97527$

$b = 0.0014423141$

$c = 1.0344529$

$d = 0.0086702916$

$e = 0.61754503$

$f = -0.013985069$

$g = 0.99852704$

Высота от запаса

User-Defined Model: $y=a*x^b*\exp(-c*x)$

Coefficient Data:

a = 0.52711259

b = 0.69276436

c = 0.00074091757

User-Defined Model: $y=a*x^b*\exp(-c*x^d)$

Coefficient Data:

a = 0.58412991

b = 0.65794182

c = 1.392194e-005

d = 1.5946411

Высота от густоты

User-Defined Model: $y=a*x^b*\exp(-c*x)$

Coefficient Data:

a = 3.9393799

b = 0.15426269

c = 1.0002543e-005

быстрый останов

User-Defined Model: $y=a*x^b*\exp(-c*x)+d*x^0.15426*\exp(-e*x)$

Coefficient Data:

a = -2.7817024

b = 0.31639732

c = 1.0001774e-005

d = 14.589088

e = 9.995411e-006

User-Defined Model: $y=a*x^b*\exp(-c*x)-d*x^e*\exp(-f*x)$

Coefficient Data:

a = 46.656554

b = 0.018345536

c = 9.9892972e-006

d = 14.829875

e = 0.12452095

f = 9.9978089e-006

User-Defined Model: $y=a*x^b*\exp(-c*x)-d*x^e*\exp(-f*x^g)$

Coefficient Data:

a = 37.93542

b = 0.10297607

c = 9.9925316e-006

d = 15.423769 e = 0.19464157

f = 9.9978227e-006 g = 1.0239951

User-Defined Model: $y=a*x^b*\exp(-c*x^d)-e*x^f*\exp(-g*x^1.02400)$

Coefficient Data:

a = 37.493207

b = 0.10914635

c = 9.9940821e-006

d = 1.0012089

e = 15.686166 f = 0.19799804

g = 9.9978282e-006

User-Defined Model: $y=a*x^b*\exp(-c*x^1.00121)-d*x^e*\exp(-f*x^g)$

Coefficient Data:

a = 37.471208

b = 0.10919967

c = 9.994592e-006

d = 15.685794

e = 0.19795426

f = 9.9978229e-006

g = 1.0236703

User-Defined Model: $y=a*x^b*\exp(-c*x^d)-e*x^f*\exp(-g*x^h)$

Coefficient Data:

a = 45.173124

b = 0.32602056

c = 9.9946395e-006

d = 1.2113118

e = 36.900595

f = 0.34872225

g = 9.9978207e-006 h = 1.2145151

Показывает, что расчетным образом нулевая высота должна быть при численности более 60000 особей

Высота от диаметра

User-Defined Model: $y = a * x^b * \exp(-c * x)$

Coefficient Data:

a = 1.4760969

b = 1.0603586

c = 0.025914159

User-Defined Model: $y = a * x^b * \exp(-c * x^d)$

Coefficient Data:

a = 1.8421105

b = 0.85923676

c = 0.0002750754

d = 2.0572803

Высота от объема

User-Defined Model: $y = a * x$

Coefficient Data:

a = 42.39921

User-Defined Model: $y = a * x^b * \exp(-c * x)$

Coefficient Data:

a = 34.559739

b = 0.3286687

c = 0.27613591

User-Defined Model: $y = a * x^b * \exp(-c * x^d)$

Coefficient Data:

a = 32.609152

b = 0.31419856

c = 0.20833082 d = 1.3629522

Изменение диаметра «средней» березы от других факторов

Диаметр от широты

Linear Fit: $y=a+bx$

Coefficient Data:

$a = 32.002649$

$b = -0.33467361$

User-Defined Model: $y=a*\exp(-b*x)-c*x^d*\exp(-e*x)$

Coefficient Data:

$a = 21.532091$

$b = 0.0055153873$

$c = 0.0047451811$

$d = 0.21260849$

$e = -0.095277772$

Диаметр от долготы

User-Defined Model: $y=a+b*(x+180)$

Coefficient Data:

$a = 3.0939522$

$b = 0.043160607$

User-Defined Model: $y=a*\exp(-b*(x+180))+c*(x+180)^d*\exp(-e*(x+180))$

Coefficient Data:

$a = 16.956259$

$b = 0.0026089439$

$c = 0.0023125895$

$d = 0.74395301$

$e = -0.013742714$

Диаметр от бонитета

Linear Fit: $y=a+bx$ Coefficient Data:

$a = 16.151534$

$b = -0.75297257$

User-Defined Model: $y=a*\exp(-b*x)-c*x^d*\exp(-e*x)$ Coefficient Data:

$a = 13.054746$

$b = -0.1346163$

$c = 0.93163955$

$d = 1.4492138$

$e = -0.057995066$

Диаметр от возраста

User-Defined Model: $y=a*x^b*\exp(-c*x)$

Coefficient Data:

$a = 0.67158319$

$b = 0.80388123$

$c = 0.0010552151$

User-Defined Model: $y=a*x^b*\exp(-c*x^d)$

Coefficient Data:

a = 0.57981162
b = 1.1390147
c = 0.34453237
d = 0.32058606

Диаметр от времени измерения

User-Defined Model: $y=a*x^b*\exp(-c*x)$

Coefficient Data: a = 0.014224471

b = 2.2675889 c = 0.040177634

User-Defined Model: $y=a*x^b*\exp(-c*x^d)$

Coefficient Data:

a = 0.061643311 b = 1.5731087

c = 0.001035328 d = 1.6854526

Диаметр от начала онтогенеза

Linear Fit: $y=a+bx$ Coefficient Data:

a = 61.520018

b = -0.18001847

User-Defined Model: $y=a*\exp(-b*x)-$

$c*x^d*\exp(-e*x)$ Coefficient Data:

a = 92.858698

b = 0.0065050916 c = 0.0014008806

d = 0.25098363 e = -0.022984541

User-Defined Model: $y=a*\exp(-b*x^c)-$

$d*x^e*\exp(-f*x^g)$ Coefficient Data:

a = 131.99343

b = 0.02823665

c = 0.76823033

d = 0.00020972176

e = 0.66892669

f = -0.029185877

g = 0.94807842

Диаметр от запаса

User-Defined Model: $y=a*x^b*exp(-c*x)$

Coefficient Data:

a = 0.45441241 b = 0.67425558

c = 0.00013440402

User-Defined Model: $y=a*x^b*exp(-c*x^d)$

Coefficient Data:

a = 0.45395584 b = 0.67274393

c = 8.8364033e-006 d = 1.4266894

Диаметр от густоты

User-Defined Model: $y=a*x^b*exp(-c*x)$

Coefficient Data:

a = 7.8206011 b = 0.054823265

c = 1.0038324e-005

быстрый останов

User-Defined Model: $y=a*x^b*exp(-c*x)+d*x^{0.054823}*exp(-e*x)$

Coefficient Data:

a = -59.56754 b = 0.10111298

c = 1.0021865e-005

d = 93.718613 e = 9.8226415e-006

User-Defined Model: $y=a*x^{0.054823}*exp(-b*x)-c*x^{0.10111}*exp(-d*x)$

Coefficient Data:

a = 96.369396 b = 5.1624149e-006

c = 61.538664 d = 5.6466882e-006

User-Defined Model: $y=a*x^{0.054823}*exp(-b*x)-c*x^d*exp(-e*x)$ Coefficient Data:

a = 216.41837 b = 5.1628981e-006

c = 177.14695 d = 0.075823813

e = 5.6489969e-006

User-Defined Model: $y=a*x^b*exp(-c*x)-d*x^{0.075824}*exp(-e*x)$ Coefficient Data:

a = 316.0709

b = 0.061231776

c = 5.1617477e-006

d = 275.74192 e = 5.6465697e-006

User-Defined Model: $y=a*x^b*exp(-c*x)-d*x^c*exp(-f*x)$ Coefficient Data:

a = 461.02626

b = 0.0068279041

c = 5.1388801e-006

d = 404.78794

e = 0.020544729

f = 5.6216178e-006

User-Defined Model: $y=a*x^b*exp(-c*x^d)-e*x^f*exp(-g*x^h)$ Coefficient Data:

a = 460.3077 b = 0.19771753

c = 5.1387467e-006 d = 1.2756915

e = 434.86746 f = 0.20467741

g = 5.6214154e-006 h = 1.2677053

Диаметр от высоты

User-Defined Model: $y=a*x^b$

Coefficient Data:

$a = 0.4598353$ $b = 1.2321504$

User-Defined Model: $y=a*x^b*\exp(-c*x)$

Coefficient Data:

$a = 0.67178563$ $b = 1.016869$

$c = -0.012883463$

User-Defined Model: $y=a*x^b$

Coefficient Data:

$a = 0.4598353$ $b = 1.2321504$

Диаметр от объема

User-Defined Model: $y=a*x$ Coefficient Data:

$a = 44.999694$ User-Defined Model:

$y=a*x^b*\exp(-c*x)$

Coefficient Data:

$a = 30.390156$

$b = 0.36798249$

$c = -0.078069192$

User-Defined Model: $y=a*x^b$

Coefficient Data:

$a = 32.520963$

$b = 0.39382667$

Изменение объема ствола «средней» березы от других факторов

Объем ствола от ширины

Linear Fit: $y=a+bx$ Coefficient Data:

$a = 0.86368944$

$b = -0.012411918$

User-Defined Model: $y=a*\exp(-b*x)-$

$c*x^d*\exp(-e*x)$ Coefficient Data:

$a = 1.4552483$

$b = -0.0027189626$

$c = 0.001742405$

$d = 2.045087$ $e = 0.025942487$

Объем ствола от долготы

User-Defined Model: $y=a+b*(x+180)$

Coefficient Data:

a = -0.18366716

b = 0.0014921435

User-Defined Model: $y=a*\exp(-b*(x+180))+c*(x+180)^d*\exp(-e*(x+180))$

Coefficient Data:

a = 0.28885842

b = 0.0052064802

c = 4.9168939e-006

d = 0.79541723

e = -0.021267299

Объем ствола от бонитета

Linear Fit: $y=a+bx$

Coefficient Data:

a = 0.23434918

b = -0.017688957

User-Defined Model: $y=a*\exp(-b*x)-c*x^d*\exp(-e*x)$

Coefficient Data:

a = 0.13476863

b = -0.45207117

c = 0.036497731

d = 1.1533175

e = -0.31539693

Объем ствола от возраста

User-Defined Model: $y=a*x^b*\exp(-c*x)$

Coefficient Data:

a = 0.00056482241

b = 1.4075844

c = -0.0032739773

User-Defined Model: $y=a*x$

Coefficient Data:

a = 0.0043066307

User-Defined Model: $y=a*x^b$

Coefficient Data:

a = 0.00017292907 b = 1.7441407

Объем ствола от времени измерения

User-Defined Model: $y=a*x^b*exp(-c*x)$

Coefficient Data:

a = 7.8504229e-007

b = 4.1676902

c = 0.07953937

User-Defined Model: $y=a*x^b*exp(-c*x^d)$

Coefficient Data:

a = 2.0907925e-005

b = 2.6192567

c = 0.00062027546

d = 1.9333272

Объем ствола от начала онтогенеза

Linear Fit: $y=a+bx$ Coefficient Data:

a = 1.5990497

b = -0.0053390866

User-Defined Model: $y=a*exp(-b*x)-c*x^d*exp(-e*x)$

Coefficient Data:

a = 7.2071011

b = 0.0071872313

c = 0.0094820364

d = 1.2301611

e = 0.008635588

User-Defined Model: $y=a*exp(-b*x^c)-d*x^e*exp(-f*x^g)$ Coefficient Data:

a = 7.1661531

b = 0.0069437384

c = 1.0115097

d = 0.0086504665

e = 1.2406116

f = 0.0087996315

g = 0.99976662

Объем ствола от запаса

User-Defined Model: $y=a*x^b*exp(-c*x)$

Coefficient Data:

a = 0.00027530223

b = 1.1416758

c = -0.0021453829

User-Defined Model: $y=a*x^b$

Coefficient Data:

a = 1.9020738e-005

b = 1.7282437

Объем ствола от густоты

User-Defined Model: $y=a*x^b*\exp(-c*x)$

Coefficient Data:

a = 0.011521672

b = 0.21250761

c = 1.0008851e-005

быстрый останов

User-Defined Model: $y=a*x^{0.21251}*\exp(-b*x)-c*x^{0.2}*\exp(-d*x)$

Coefficient Data:

a = -2.9410328

b = 1.0033413e-005

c = -3.2712891

d = 9.5853457e-006

User-Defined Model: $y=a*x^{0.2}*\exp(-b*x)-c*x^d*\exp(-e*x)$

Coefficient Data:

a = 4.9051523

b = 9.5831695e-006

c = 4.5525602

d = 0.20890892

e = 1.0030314e-005

User-Defined Model: $y=a*x^b*\exp(-c*x)-d*x^{0.20891}*\exp(-e*x)$ Coefficient Data:

a = 5.2885854

b = 0.20043817

c = 9.5820499e-006

d = 4.9278694

e = 1.0027918e-005

User-Defined Model: $y=a*x^b*\exp(-c*x)-d*x^e*\exp(-f*x)$ Coefficient Data:

a = 11.296426

b = 0.051384458

c = 9.5737825e-006

d = 10.52139

e = 0.059811741

f = 1.0019285e-005

User-Defined Model: $y=a*x^b*\exp(-c*x)-d*x^{0.059812}*\exp(-e*x)$ Coefficient Data:

a = 21.10481

b = 0.052959961

c = 9.5567609e-006

d = 19.959453

e = 1.0000799e-005

User-Defined Model: $y=a*x^{0.052960}*\exp(-b*x)-c*x^d*\exp(-e*x)$ Coefficient Data:

a = 21.104963

b = 9.5573558e-006

c = 19.959607

d = 0.059812008

e = 1.0000186e-005

User-Defined Model: $y=a*x^b*\exp(-c*x)-d*x^{0.059812}*\exp(-e*x)$ Coefficient Data:

a = 21.1054

b = 0.052957069

c = 9.5579706e-006

d = 19.959484

e = 9.9995706e-006

User-Defined Model: $y=a*x^b*\exp(-c*x^d)-e*x^{0.059812}*\exp(-f*x)$

Coefficient Data:

a = 21.105546

b = 0.05295728

c = 9.5581572e-006

d = 1.0000595

e = 19.959359

f = 9.9993763e-006

User-Defined Model: $y=a*x^b*\exp(-c*x^d)-e*x^f*\exp(-g*x)$ Coefficient Data:

a = 21.105574
b = 0.05295713
c = 9.5581952e-006
d = 1.0000793
e = 19.959339
f = 0.059811638
g = 9.9993434e-006

User-Defined Model: $y=a*x^b*\exp(-c*x^d)-e*x^f*\exp(-g*x^h)$ Coefficient Data:

a = 21.47147
b = 0.039772547
c = 9.558159e-006
d = 1.1842457
e = 20.030096
f = 0.048545841
g = 9.9992167e-006
h = 1.1806069

User-Defined Model: $y=a*x^b*\exp(-c*x^d)-e*x^f*\exp(-g*x^h)$ Coefficient Data:

a = 22.054251
b = 0.027819403
c = 9.55816e-006
d = 1.2747753
e = 20.049443
f = 0.040401108
g = 9.99922e-006
h = 1.2718651

останавливая, чтобы не сорвалось

User-Defined Model:

$y=a*x^{0.027819}*\exp(-b*x^c)-d*x^{0.040401}*\exp(-e*x^{1.27187})$

Coefficient Data:

a = 24.067378
b = 9.55816e-006
c = 1.2743097
d = 21.903536
e = 9.99922e-006

User-Defined Model: $y=a*x^{0.027819}*\exp(-b*x^c)-d*x^{0.040401}*\exp(-e*x^{1.27187})$

Coefficient Data:

a = 24.067381
b = 9.55816e-006
c = 1.2743097
d = 21.903539

e = 9.99922e-006

Объем ствола от высоты

User-Defined Model: $y=a*x$ Coefficient Data:

a = 0.01330572

User-Defined Model: $y=a*x^b*\exp(-c*x)$

Coefficient Data:

a = 1.5371297e-005
b = 3.1007975
c = -0.019442585

User-Defined Model: $y=a*x^b$

Coefficient Data:

a = 6.0827793e-006
b = 3.5410081

Объем ствола от диаметра

User-Defined Model: $y=a*x^b$

Coefficient Data:

$a = 0.00032293408$

$b = 2.268384$

$\bar{V}_c = 0,00032293\bar{D}^{2,26838}$

Таблица ПЗ.1

Полная корреляционная матрица и рейтинг факторов березняков Северной Евразии

Влияющие факторы (параметры x)	Зависимые факторы (показатели y) пробных площадей											Σr	I_x
	α , град	β , град	B	$\bar{A}$, лет	t_u , лет	t_o , лет	$\bar{q}$, м ³ /га	$\bar{n}$, шт./га	$\bar{H}$, м	$\bar{D}$, см	$\bar{V}_c$, м ³		
Ширина α , град	0,9798	0,313	0,401	0,029	0,189	0,258	0,230	0,281	0,254	0,209	0,251	3,3948	9
Долгота β , град	0,555	0,9891	0,196	0,282	0,291	0,315	0,013	0,103	0,089	0,252	0,310	3,3951	8
Бонитет B	0,335	0,242	1	0,245	0,046	0,276	0,370	0,068	0,405	0,186	0,165	3,338	10
Возраст $\bar{A}$, лет	0,267	0,301	0,282	0,9651	0,006	0,9269	0,603	0,546	0,7292	0,7794	0,7455	6,1511	4
Начало измерения t_u , лет	0,223	0,265	0,053	0,006	0,9951	0,420	0,127	0,228	0,184	0,126	0,085	2,7121	11
Начало онтогенеза t_o , лет	0,201	0,265	0,245	0,9307	0,461	0,9898	0,506	0,281	0,559	0,686	0,7155	5,8400	5
Запас $\bar{q}$, м ³ /га	0,234	0,082	0,378	0,507	0,111	0,475	0,9996	0,420	0,9008	0,7662	0,651	5,5246	7
Густота $\bar{n}$, шт./га	0,143	0,181	0,050	0,660	0,181	0,572	0,541	0,9976	0,7336	0,8028	0,7676	5,6296	6
Высота $\bar{H}$, м	0,158	0,107	0,399	0,598	0,171	0,524	0,8812	0,7497	0,9997	0,8922	0,7770	6,2568	3
Диаметр $\bar{D}$, см	0,282	0,261	0,218	0,7566	0,140	0,697	0,7881	0,693	0,9346	0,9989	0,9585	6,7277	1
Объем $\bar{V}_c$, м ³	0,291	0,256	0,261	0,7467	0,159	0,674	0,8151	0,632	0,9314	0,9615	0,9857	6,7134	2
Сумма Σr	3,6688	3,2621	3,4835	5,7261	2,7501	5,1277	5,8744	4,9993	6,7203	6,6606	6,4118	55,6832	-
Место I_y	8	10	9	6	11	4	5	7	1	2	3	-	-

Примечание: Сильные факторные связи при $r \geq 0,7$ даны с четырьмя значащими цифрами

Коэффициент коррелятивной вариации (функциональной связности между березняками Северной Евразии) будет равен $55,6832 / 11^2 = 0,4602$. По этому критерию можно будет сравнивать различные биокаркасы любой территории.

Таблица ПЗ.2

Корреляционная матрица бинарных связей с коэффициентом корреляции $\geq 0,7$

Влияющие параметры X березняков	Зависимые показатели Y березняков Евразии						
	$\bar{A}$, лет	t_o , лет	$\bar{q}$, м ³ /га	$\bar{n}$, шт./га	$\bar{H}$, м	$\bar{D}$, см	$\bar{V}_c$, м ³
Возраст $\bar{A}$, лет		0,9269			0,7292	0,7794	0,7455
Нач. онтоген. t_o , лет	0,9307						0,7155
Запас $\bar{q}$, м ³ /га					0,9008	0,7662	
Густота $\bar{n}$, шт./га					0,7336	0,8028	0,7676
Высота $\bar{H}$, м			0,8812	0,7497		0,8922	0,7770
Диаметр $\bar{D}$, см	0,7566		0,7881		0,9346		0,9585
Объем $\bar{V}_c$, м ³	0,7467		0,8151		0,9314	0,9615	

Остаются 23 из $11^2 = 121$ сильных биотехнических закономерностей.

Таблица ПЗ.3

Характеристика статистической выборки березняков Северной Евразии по результатам полного факторного анализа

Допустимый коэффициент корреляции [r]	Количество формул бинарных факторных отношений	Количество оставшихся строк матрицы	Количество оставшихся столбцов матрицы
0	110	11	11
0.1	99	11	11
0.2	82	11	11
0.3	54	11	11
0.4	46	11	10
0.5	40	8	8
0.6	31	7	7
0.7	23	7	7
0.8	11	7	6
0.9	7	5	5
0.95	2	2	2
0.99	0	0	0
1	0	0	0

Аналогично можно будет сравнивать между собой различные статистические выборки, например, по породам деревьев.

ВОЛНОВЫЕ МОДЕЛИ ПАРАМЕТРОВ СРЕДНЕЙ БЕРЕЗЫ

Модели геостатистической и экосистемной суперпозиции были полунечны в отношении виртуального дерева березы. Малая погрешность моделей с волновыми составляющими доказывает необходимость перехода от пробных площадей к учетным деревьям, например, не менее 100 особей с каждой пробной площади. Время измерения $t = 0$ в 1927 году для пробной площади ясени. Общее начало онтогенеза всего множества пробных площадей с 1667 г..

Вначале по внешнему виду были отобраны пары. А затем порследовательно были получены две волновые составляющие, которые соединялись с трендовой моделью, и, при этом, каждый раз повторно идентифицировалась. Рассмотрены только бинарные связи без ранговых распределений значений у параметров условного среднего дерева березы.

Учитывались возраст, высота, диаметр и объем ствола березы, средней по каждой пробной площади Северной Евразии.

Приведены модели только с волновыми составляющими, а тренды были даны в приложении 3.

Изменение возраста от других факторов

Возраст от диаметра

User-Defined Model: $y=a*x^b*\exp(-c*x)$

Coefficient Data:

$a = 13.055637$

$b = 0.33710158$

$c = -0.02687339$

User-Defined Model: $y=a*x^b$

Coefficient Data:

$a = 5.9258768$

$b = 0.79610575$

User-Defined Model: $y=a*x^b*\exp(-c*x)*\cos(\pi*x/d)$

Coefficient Data:

$a = 5.2591242e-005$

$b = 2.1251035$

$c = -0.14216644$

$d = 5.0247597$

User-Defined Model: $y=a*x^b*\cos(\pi*x/c)$

Coefficient Data:

$a = 1.1895352e-008$

$b = 5.9628096$ $c = 5.0006749$
 User-Defined Model: $y = a * x^b * \cos(\pi * x / (c - d * x))$ Coefficient Data:
 $a = 7.0597303e-010$ $b = 6.819992$
 $c = 4.4511949$ $d = -0.012132956$
 User-Defined Model:
 $y = a * x^b * \cos(\pi * x / (c + d * x) - e)$
 Coefficient Data:
 $a = 1.2198747e-008$ $b = 6.0317758$
 $c = 7.5963293$
 $d = -0.026451277$ $e = -6.1686108$
 User-Defined Model: $y = a * x^b * \exp(-c * x) * \cos(\pi * x / (d - e * x) + f)$ Coefficient Data:
 $a = 2.9338333e-007$ $b = 4.9555606$
 $c = -0.018323028$ $d = 9.4304061$
 $e = 0.052956559$ $f = 8.1418772$
 User-Defined Model: $y = a * x^b * \cos(\pi * x / (c - d * x^e) + f)$ Coefficient Data:
 $a = 9.4247493e-008$ $b = 5.460098$
 $c = 9.3339057$ $d = 0.029311202$
 $e = 1.1391355$ $f = 8.2738006$

User-Defined Model: $y = a * x^b * \cos(\pi * x / (c -$

$d * x^e) + f) + g * x^h$ Coefficient Data:

$a = 9.9693828e-009$
 $b = 6.1125248$
 $c = 9.5363415$
 $d = 0.029413247$
 $e = 1.1485346$
 $f = 2.2945676$
 $g = 7.5027413$
 $h = 0.70807229$

Изменение запаса от других факторов

Запас от возраста

User-Defined Model: $y = a * x^b$

Coefficient Data:

$a = 20.790472$

$b = 0.5559458$

User-Defined Model: $y = a * x^b * \exp(-c * x)$

Coefficient Data:

$a = 2.9816154$

$b = 1.2478611$

$c = 0.013538958$

User-Defined Model: $y = a * x^b * \exp(-c * x)$

Coefficient Data:

$a = 2.9816098$

$b = 1.2478619$

$c = 0.013538977$

User-Defined Model: $y = -a \cdot x^b \cdot \cos(\pi \cdot x / c)$

Coefficient Data:

$a = 0.0008330577$

$b = 2.4197983$

$c = 5.6882505$

User-Defined Model: $y = -a \cdot x^b \cdot \cos(\pi \cdot x / c - d)$

Coefficient Data:

$a = 0.0010868347$

$b = 2.4003886$

$c = 5.794269$

$d = -1.6856023$

User-Defined Model: $y = -a \cdot x^b \cdot \exp(-c \cdot x) \cdot \cos(\pi \cdot x / d + e)$

Coefficient Data:

$a = 2.7386515e-013$

$b = 8.467028$

$c = 0.054438447$

$d = 5.8144754$

$e = 1.9393552$

User-Defined Model: $y = -a \cdot x^b \cdot \exp(-c \cdot x) \cdot \cos(\pi \cdot x / (d - e \cdot x) + f)$

Coefficient Data:

$a = 6.3196983e-016$

$b = 10.192921$

$c = 0.07259265$

$d = 4.9822389$

$e = -0.0030100326$

$f = -3.3513294$

User-Defined Model: $y = -a \cdot x^b \cdot \exp(-c \cdot x^d) \cdot \cos(\pi \cdot x / (e + f \cdot x^g) - h)$

Coefficient Data:

$a = 2.1535099e-017$

$b = 10.93947$

$c = 0.05310903$

$d = 1.0685553$

$e = 4.9577029$

$f = 0.0038515376$

$g = 0.96128736$ $h = 3.3947592$

User-Defined Model: $y = -a \cdot x^b \cdot \exp(-c \cdot x^d) \cdot \cos(\pi \cdot x / (e + f \cdot x^g) - h) + i \cdot x^j \cdot \exp(-k \cdot x^l)$

Coefficient Data:

$a = 2.3612312e-018$

$b = 11.468106$

$c = 0.042097866$

$d = 1.1216718$

$e = 4.8159454$

$f = 0.0042654391$

$g = 0.96712401$

$h = 4.3113703$

$i = 3.5824063$

$j = 1.2212219$

$k = 0.036644067$

$l = 0.77495662$

Запас от высоты

User-Defined Model: $y=a*x^b*\exp(-c*x)$

Coefficient Data:

a = 5.7507861

b = 1.1784174

c = -0.008756469

User-Defined Model: $y=a*x^b$

Coefficient Data:

a = 4.4205715

b = 1.3265539

User-Defined Model: $y=a*x*\cos(\pi*x/0.15)$

Coefficient Data:

a = -0.139959

User-Defined Model: $y=-a*x^b*\cos(\pi*x/c)$

Coefficient Data:

a = 2.4576943e-013

b = 9.8968857

c = 0.14950468

User-Defined Model: $y=-a*x^b*\cos(\pi*x/c-d)$

Coefficient Data:

a = 5.576224e-006

b = 4.7229183

c = 0.14820692

d = 4.8350752

User-Defined Model: $y=-a*x^b*\exp(-c*x)*\cos(\pi*x/d-e)$

Coefficient Data:

a = 3.2856977e-005

b = 4.0121626

c = -0.020727707

d = 0.14820092

e = 4.8512631

User-Defined Model: $y=-a*x^b*\cos(\pi*x/(c+d*x)-e)$

Coefficient Data:

a = 5.5762875e-006

b = 4.7229226

c = 0.14821

d = -1.4460548e-007

e = 4.8350643

User-Defined Model: $y=-a*x^b*\cos(\pi*x/c-d)$

Coefficient Data:

a = 2.3376212e-005

b = 4.2810134

c = 0.14818769

d = 4.8903267

User-Defined Model: $y=a*x^b-c*x^d*\cos(\pi*x/e-f)$

Coefficient Data:

a = 4.5191089

b = 1.3195216

c = 1.9654523e-005

d = 4.3357183

e = 0.14818797

f = 4.8880693

Запас от диаметра

User-Defined Model: $y=a*x^b*\exp(-c*x)$

Coefficient Data:

a = 8.5360153

b = 1.3518506

c = 0.033613559

User-Defined Model: $y=a*x^b*\exp(-c*x^d)$

Coefficient Data:

a = 9.1337436

b = 1.272241

c = 0.015224996

d = 1.1658457

User-Defined Model: $y=a*x^b*\exp(-c*x)*\cos(\pi*x/d)$

Coefficient Data:

a = 5.8005119e-005

b = 4.7207596

c = 0.10119248

d = 4.6178165

User-Defined Model: $y=a*x^b*\exp(-c*x)*\cos(\pi*x/d-e)$

Coefficient Data:

a = 1.3954784e-014

b = 13.770976

c = 0.35541581

d = 6.3042963

e = -5.8117467

User-Defined Model: $y=a*x^b*\exp(-c*x)*\cos(\pi*x/(d-e*x)+f)$

Coefficient Data:

a = 3.6646893e-017

b = 16.311301

c = 0.44261894

d = 6.3567

e = -8.6081896e-005

f = 5.9590423

User-Defined Model: $y=a*x^b*\exp(-c*x^d)*\cos(\pi*x/(e+f*x^g)+h)$

Coefficient Data:

a = 2.6862838e-025

b = 22.727214

c = 0.24229604

d = 1.2337682

e = 4.1940454

f = 0.00029076687

g = 2.175784

h = 0.69084161

User-Defined Model: $y=a*x^b*\exp(-c*x^d)+e*x^f*\exp(-g*x^h)*\cos(\pi*x/(i+j*x^k)+l)$

Coefficient Data:

a = 9.1459064

b = 1.2767804

c = 0.015249717

d = 1.1733669

e = 2.5103336e-025

f = 22.743326

g = 0.24172098

h = 1.2341429

i = 4.1977652

j = 0.00024617112

k = 2.2149528

l = 0.62939392

Запас от объема

User-Defined Model: $y=a*x$

Coefficient Data:

a = 515.74343

User-Defined Model: $y=a*x^b*\exp(-c*x)$

Coefficient Data:

a = 462.1851

b = 0.4140605

c = 0.30548407

User-Defined Model: $y=a*x^b*\exp(-c*x^d)$

Coefficient Data:

a = 555.15065

b = 0.45488106

c = 0.49826069

d = 0.65138871

User-Defined Model: $y = a * x^b * \exp(-c * x) * \cos(\pi * x / 0.4)$

Coefficient Data:

a = -310017.54

b = 8.6730898

c = 8.4898559

User-Defined Model: $y = -a * x^b * \exp(-c * x) * \cos(\pi * x / d)$ Coefficient Data:

a = 57683172

b = 13.593465

c = 13.495475

d = 0.39665704

User-Defined Model: $y = -a * x^b * \exp(-c * x) * \cos(\pi * x / d - e)$ Coefficient Data:

a = 1.1851493e+010

b = 18.871392

c = 18.5892

d = 0.49811592

e = -1.6400443

User-Defined Model: $y = -a * x^b * \exp(-c * x^d) * \cos(\pi * x / e + f)$ Coefficient Data:

a = 1.6292727e+010

b = 29.569376

c = 18.298181

d = 1.7377292

e = 0.5267488

f = 2.1881853

User-Defined Model: $y = a * x^b * \exp(-c * x^d) - e * x^f * \exp(-g * x^{1.73773}) * \cos(\pi * x / h + i)$

Coefficient Data:

a = 543.17267

b = 0.45484848

c = 0.46342227

d = 0.71213879

e = 1.846371e+010

f = 29.437924

g = 18.438099

h = 0.52534074

i = 2.1625149

Изменение густоты от других факторов

Густота от возраста

Linear Fit: $y=a+bx$ Coefficient Data:

$a = 11900.206$

$b = -156.03548$

User-Defined Model: $y=a*\exp(-b*x)-c*x^d*\exp(-e*x)$ Coefficient Data:

$a = 56949.222$

$b = 0.097896843$

$c = -46.508857$

$d = 0.86507166$

$e = 0.007941533$

User-Defined Model: $y=a*\exp(-b*x^c)+d*x^e*\exp(-f*x^g)$ Coefficient Data:

$a = 56506.716$

$b = 0.097052351$

$c = 0.9947914$

$d = 2.0696488$

$e = 1.6137112$

$f = 0.00033563996$

$g = 1.7514131$

User-Defined Model: $y=-a*x^b*\exp(-c*x)*\cos(\pi*x/d)$

Coefficient Data:

$a = 27.486327$

$b = 6.6576267$

$c = 0.98068374$

$d = 5.6778128$

User-Defined Model: $y=-a*x^b*\exp(-c*x)*\cos(\pi*x/1.41945)$

Coefficient Data:

$a = 0.27636576$

$b = 13.946395$

$c = 2.1747757$

1.41945

User-Defined Model: $y=-a*x^b*\exp(-c*x)*\cos(\pi*x/c-d)$

Coefficient Data:

$a = 0.0080338693$

$b = 1.6807538$

$c = 1.1257819$

$d = 4.1872898$

User-Defined Model: $y=-a*x^b*\exp(-$

$$c*x)*\cos(\pi*x/d-e)$$

Coefficient Data:

$$a = 0.00042278728$$

$$b = 16.683556$$

$$c = 1.9572378$$

$$d = 1.0643464$$

$$e = 5.8733553$$

User-Defined Model: $y=-a*x^b*\exp(-c*x)*\cos(\pi*x/(d-e*x)-f)$

Coefficient Data:

$$a = 0.00026081383$$

$$b = 17.917941$$

$$c = 2.0760946$$

$$d = 1.0241918$$

$$e = 0.000259437$$

$$f = 7.1655905$$

User-Defined Model: $y=-a*x^b*\exp(-c*x^d)*\cos(\pi*x/(e-f*x^g)-h)$

Coefficient Data:

$$a = 0.00030092461$$

$$b = 19.018146$$

$$c = 2.7011742$$

$$d = 0.93612676$$

$$e = 1.023621$$

$$f = 0.00052248621$$

$$g = 0.84601691$$

$$h = 0.93481078$$

User-Defined Model: $y=a*\exp(-b*x^c)+d*x^e*\exp(-f*x^g)-h*x^i*\exp(-j*x^k)*\cos(\pi*x/(l-m*x^n)-o)$

Coefficient Data:

$$a = 49854.432$$

$$b = 0.021341544$$

$$c = 1.4988359$$

$$d = 124.31919$$

$$e = 0.88837297$$

$$f = 0.0048065923$$

$$g = 1.3461475$$

$$h = 0.00011956335$$

$$i = 19.553057$$

$$j = 2.6904575$$

$$k = 0.93990746$$

$$l = 1.023543$$

$$m = 0.00053681715$$

$$n = 0.85895261$$

$$o = 0.939764$$

Густота а от высоты

Linear Fit: $y=a+bx$

Coefficient Data:

$$a = 16166.963$$

$$b = -769.11029$$

User-Defined Model: $y=a*\exp(-b*x)-c*x^d*\exp(-e*x)$

Coefficient Data:

$$a = 245355.9$$

$$b = 0.52126536$$

$$c = 2863713.2$$

d = 4.3237725

e = 3.285925

User-Defined Model: $y=a*\exp(-b*x^c)-$

$d*x^e*\exp(-f*x)$

Coefficient Data:

a = 1023959.6

b = 2.0769588

c = 0.41948079

d = 3988506.2

e = 4.3821168

f = 3.6677018

User-Defined Model: $y=-a*x^b*\exp(-c*x)*\cos(\pi*x/d)$

Coefficient Data:

a = 418.42996

b = 21.407987

c = 6.6711316

d = 0.65837761

User-Defined Model: $y=-a*x^b*\exp(-c*x)*\cos(\pi*x/d-e)$

Coefficient Data:

a = 1368.4826

b = 19.791813

c = 6.3267083

d = 1.0008611

e = -5.7951813

User-Defined Model: $y=-a*x^b*\exp(-c*x)*\cos(\pi*x/(d+e*x))+f$

Coefficient Data:

a = 6581.1399

b = 12.577369

c = 4.1705666

d = 0.099899515

e = 0.069234767

f = -15.19723

User-Defined Model: $y=-a*x^b*\exp(-c*x^d)*\cos(\pi*x/(e+f*x^g)-h)$

Coefficient Data:

a = 19070.518

b = 13.705206

c = 5.3162334

d = 0.92980951

e = 0.25608447

f = 0.033379345

g = 1.4329903

h = -5.4873493

User-Defined Model: $y=a*\exp(-b*x^c)-d*x^e*\exp(-f*x)-g*x^h*\exp(-i*x^j)*\cos(\pi*x/(k+l*x^m)-n)$

Coefficient Data:

a = 3426166.1

b = 3.2904085

c = 0.30287796

d = 3626515.9

e = 3.8657876

f = 3.5201475

g = 10263.873

h = 15.182697

i = 5.3624149

j = 0.97853713

$k = 0.27743011$
 $l = 0.048002858$
 $m = 1.2670626$
 $n = -7.9694959$

Густота от диаметра

Linear Fit: $y=a+bx$ Coefficient Data:

$a = 12107.734$
 $b = -574.64486$

User-Defined Model: $y=a*\exp(-b*x)-c*x^d*\exp(-e*x)$

Coefficient Data:

$a = 67496.605$
 $b = 0.55151645$
 $c = -3554.75$
 $d = 0.3105346$
 $e = 0.11414533$

User-Defined Model: $y=a*\exp(-b*x)+c*x^d*\exp(-e*x^f)$ Coefficient Data:

$a = 66618.078$
 $b = 0.56902724$
 $c = 6233.1185$
 $d = 0.38956995$
 $e = 0.35710513$
 $f = 0.71851575$

User-Defined Model: $y=a*\exp(-b*x)+c*x^d*\exp(-e*x^f)$ Coefficient Data:

$a = 32440.246$
 $b = 0.88606694$
 $c = 1.5679063e+009$
 $d = 2.4955664$
 $e = 10.932049$
 $f = 0.24603333$

User-Defined Model: $y=a*x^b*\exp(-c*x)*\cos(\pi*x/d-e)$ Coefficient Data:

$a = 1447572.9$
 $b = 2.4462424$
 $c = 3.7216545$
 $d = 0.65570208$

User-Defined Model: $y=a*x^b*\exp(-c*x)*\cos(\pi*x/(d-e))$ Coefficient Data:

$a = 52847.702$
 $b = -1.1302961$
 $c = 0.54605126$
 $d = 0.85327969$
 $e = -1.4066193$

User-Defined Model: $y=a*x^b*\exp(-c*x)*\cos(\pi*x/(d-e*x))$

Coefficient Data:
 $a = 52540.085$

b = -0.88688971

c = 0.59962597

d = 0.48489227

e = -0.12254971

User-Defined Model: $y=a*\exp(-b*x)*\cos(\pi*x/(c+d*x))$ Coefficient Data:

a = 107055.05

b = 1.2571121

c = 0.51153881

d = 0.10668304

User-Defined Model: $y=a*\exp(-b*x)*\cos(\pi*x/(c+d*x)-e)$ Coefficient Data:

a = 89064.405

b = 1.1158363

c = 0.26042167

d = 0.14456386

e = 2.7078846

User-Defined Model: $y=a*\exp(-b*x^c)*\cos(\pi*x/(d+e*x^f)-g)$

Coefficient Data:

a = 722262.28

b = 3.242424

c = 0.4051072

d = 0.58378095

e = 0.027630476

f = 2.1170265

g = 0.081993689

User-Defined Model: $y=a*\exp(-b*x)+c*x^d*\exp(-e*x^f)+g*\exp(-h*x^i)*\cos(\pi*x/(j+k*x^l)-m)$

Coefficient Data:

a = 49282.151

b = 0.63389489

c = 8.2896097e+008

d = 1.8963031

e = 11.124438

f = 0.18572058

g = 618224.58

h = 2.9229066

i = 0.53505931

j = 0.8376417

k = 0.0022391967

l = 3.5129989

m = -1.4024044

Густота от обѣма

Linear Fit: $y=a+bx$ Coefficient Data:

a = 6475.758

b = -10929.86

заменить размерность кубометр на кубодециметр приходится умножить на 10000

User-Defined Model: $y=a*\exp(-b*(10000*x))-c*(10000*x)^d$

Coefficient Data:

a = 69227.467

b = -1.5121897e-005

c = 42111.988

d = 0.070061661

превратить в кубосантиметр

User-Defined Model:

$$y=a*\exp(b*(1000000*x))-c*(1000000*x)^d$$

Coefficient Data:

$$a = 204586.48$$

$$b = 3.6874691e-089$$

$$c = 163620.91$$

$$d = 0.018124043$$

User-Defined Model:

$$y=a*\exp(b*(1000000*x))-c*(1000000*x)^d$$

Coefficient Data:

$$a = 5229495.2$$

$$b = 3.7502703e-089$$

$$c = 5184612.7$$

$$d = 0.00070361521$$

Надо понять размер чисел?

Изменение высоты от других факторов

Высота от возраста

$$\text{User-Defined Model: } y=a*x^b*\exp(-c*x)$$

Coefficient Data:

$$a = 0.45499437$$

$$b = 1.0985598$$

$$c = 0.012808356$$

$$\text{User-Defined Model: } y=a*x^b*\exp(-c*x^d)$$

Coefficient Data:

$$a = 1.6858279$$

$$b = 2.916366$$

$$c = 3.0649052$$

$$d = 0.27689871$$

$$\text{User-Defined Model: } y=a*x^b*\exp(-c*x^d)$$

Coefficient Data:

$$a = 38.213572$$

$$b = 3.6350125$$

$$c = 6.4488917$$

$$d = 0.21554716$$

$$\text{User-Defined Model: } y=-a*x^b*\cos(\pi*x/c)$$

Coefficient Data:

$a = 3.2352904\text{e-}008$
 $b = 3.9304944$
 $c = 2.4795199$
 User-Defined Model: $y = -a \cdot x^b \cdot \cos(\pi \cdot x / c)$

Coefficient Data:

$a = 4.6631111\text{e-}007$
 $b = 3.3951478$
 $c = 1.2446834$

User-Defined Model: $y = -a \cdot x^b \cdot \cos(\pi \cdot x / c + d)$

Coefficient Data:

$a = 1.2617124\text{e-}008$
 $b = 4.4399609$
 $c = 1.2489317$
 $d = 1.2337027$

User-Defined Model: $y = -a \cdot x^b \cdot \exp(-c \cdot x) \cdot \cos(\pi \cdot x / d + e)$

Coefficient Data:
 $a = 2.8252706\text{e-}019$
 $b = 11.267984$
 $c = 0.066582695$
 $d = 1.2479289$
 $e = 1.016312$

User-Defined Model: $y = -a \cdot x^b \cdot \exp(-c \cdot x^d) \cdot \cos(\pi \cdot x / e + f)$

Coefficient Data:
 $a = 4.3432452\text{e-}026$
 $b = 15.090681$
 $c = 0.037652601$
 $d = 1.1730421$
 $e = 1.2467964$
 $f = 0.789009$

User-Defined Model: $y = -a \cdot x^b \cdot \exp(-c \cdot x^d) \cdot \cos(\pi \cdot x / e + f)$

Coefficient Data:
 $a = 9.4119481\text{e-}033$
 $b = 18.695283$
 $c = 0.023384961$
 $d = 1.30216$
 $e = 1.245932$
 $f = 0.6111577$

User-Defined Model: $y = -a \cdot x^b \cdot \exp(-c \cdot x^d) \cdot \cos(\pi \cdot x / e + f) + g \cdot x^h \cdot \exp(-i \cdot x^j)$

Coefficient Data:

$a = 1.4733886\text{e-}034$
 $b = 19.651458$
 $c = 0.02063384$
 $d = 1.3338962$
 $e = 1.2455288$
 $f = 0.5256656$
 $g = 27.631752$
 $h = 3.8298767$
 $i = 6.4589404$ $j = 0.22227639$

Высота от диаметра

User-Defined Model: $y=a*x^b*exp(-c*x)$

Coefficient Data:

a = 1.4760969 b = 1.0603586

c = 0.025914159

User-Defined Model: $y=a*x^b*exp(-c*x^d)$

Coefficient Data:

a = 1.8421105

b = 0.85923676

c = 0.0002750754

d = 2.0572803

User-Defined Model: $y=-a*x*cos(pi*x/b)$

Coefficient Data:

a = -0.019398139

b = 0.99824802

User-Defined Model: $y=a*x^b*exp(-c*x)*cos(pi*x/d)$

Coefficient Data:

a = 1.4347735e-015

b = 14.200952

c = 0.45060074

d = 0.99900427

User-Defined Model: $y=a*x^b*exp(-c*x)*cos(pi*x/d)$

Coefficient Data:

a = 9.151265e-019

b = 17.292923

c = 0.55209457

d = 1.938535

User-Defined Model: $y=a*x^b*exp(-c*x)*cos(pi*x/d-e)$

Coefficient Data:

a = 1.2397484e-019

b = 18.326933

c = 0.59681766

d = 2.0933882

e = -3.2650225

User-Defined Model: $y=a*x^b*exp(-c*x)*cos(pi*x/(d-e*x)+f)$

Coefficient Data:

a = 3.5145934e-020

b = 18.86598

c = 0.61560339

d = 2.1427032

e = 0.00091432718

f = 3.7242537

User-Defined Model: $y=a*x^b*exp(-c*x^d)*cos(pi*x/(e-f*x^g)+h)$

Coefficient Data:

a = 1.2140953e-020 b = 19.22452

c = 0.59217977 d = 1.0137343

e = 2.1603424 f = 0.00079924299

g = 1.1141289 h = 3.9245972

User-Defined Model: $y=a*x^b*exp(-c*x^d)*cos(pi*x/(e-f*x^g)+h)+i*x^j*exp(-k*x^l)$

Coefficient Data:

a = 3.8293716e-021 b = 19.472787

c = 0.56767835 d = 1.0195021

e = 2.3090337 f = 0.00025891959

g = 1.7462935 h = 5.6130127

i = 1.8682219

j = 0.85115299

k = 0.00024089424

$$1 = 2.0683498$$

Высота от объема

User-Defined Model: $y = a * x$ Coefficient Data:

$$a = 42.39921$$

User-Defined Model: $y = a * x^b * \exp(-c * x)$

Coefficient Data:

$$a = 34.559739$$

$$b = 0.3286687$$

$$c = 0.27613591$$

User-Defined Model: $y = a * x^b * \exp(-c * x^d)$

Coefficient Data:

$$a = 32.609152$$

$$b = 0.31419856$$

$$c = 0.20833082$$

$$d = 1.3629522$$

User-Defined Model: $y = a * x^b * \exp(-c * x) * \cos(\pi * x / d)$ Coefficient Data:

$$a = -71101.892$$

$$b = 10.63877$$

$$c = 10.376506$$

$$d = 0.10520401$$

User-Defined Model: $y = -a * x^b * \exp(-c * x) * \cos(\pi * x / d - e)$ Coefficient Data:

$$a = 227561.11$$

$$b = 9.9540206$$

$$c = 11.070315$$

$$d = 0.12807708$$

$$e = -4.8338702$$

User-Defined Model: $y = -a * x^b * \exp(-c * x) * \cos(\pi * x / (d - e * x) + f)$ Coefficient Data:

$$a = 1720522.6 \quad b = 11.418964$$

$$c = 13.126239 \quad d = 0.1649567$$

$$e = 0.023939724 \quad f = 7.1137851$$

User-Defined Model: $y = -a * x^b * \exp(-c * x^d) * \cos(\pi * x / (e - f * x^g) + h)$

Coefficient Data:

$$a = 1231954.7 \quad b = 11.437666$$

$$c = 12.7855 \quad d = 1.0326285$$

$$e = 0.16665868 \quad f = 0.025762713$$

$$g = 0.90652754$$

$$h = 0.81183189$$

User-Defined Model: $y=a*x^b*\exp(-c*x^d)-e*x^f*\exp(-g*x^h)*\cos(\pi*x/(i-j*x^k)+l)$

Coefficient Data:

a = 32.56725
b = 0.31380042
c = 0.20701867
d = 1.3638611
e = 1026208.8
f = 11.330713
g = 12.603553
h = 1.0388949
i = 0.16755443
j = 0.026575528
k = 0.8784837
l = 0.82359191

Изменение диаметра от других факторов

Диаметр от возраста

User-Defined Model: $y=a*x^b*\exp(-c*x)$

Coefficient Data:

a = 0.67158319
b = 0.80388123
c = 0.0010552151

User-Defined Model: $y=a*x^b*\exp(-c*x^d)$

Coefficient Data:

a = 0.57981162
b = 1.1390147
c = 0.34453237
d = 0.32058606

User-Defined Model: $y=a*x^b*\exp(-c*x)*\cos(\pi*x/d)$

Coefficient Data:

a = 1.0765951e-016
b = 9.7121783
c = 0.056623432
d = 5.3556648

User-Defined Model: $y=a*x^b*\exp(-c*x)*\cos(\pi*x/d-e)$

Coefficient Data:

a = 1.4070763e-019
b = 11.456086
c = 0.070092021
d = 5.3651955

e = -0.16823801

User-Defined Model: $y=a*x^b*\exp(-c*x)*\cos(\pi*x/(d-e*x)+f)$

Coefficient Data:

a = 6.2006069e-021

b = 12.25836

c = 0.075747174

d = 5.5139595

e = 0.00051729547

f = 1.232795

User-Defined Model: $y=a*x^b*\exp(-c*x^d)*\cos(\pi*x/(e-f*x^g)+h)$

Coefficient Data:

a = 2.3008022e-021

b = 12.467109

c = 0.068959094

d = 1.0194349

e = 5.5507883

f = 0.00049125538

g = 1.0498664

h = 1.5224629

Диаметр от высоты

User-Defined Model: $y=a*x^b$

Coefficient Data:

a = 0.4598353

b = 1.2321504

User-Defined Model: $y=a*x^b*\exp(-c*x)$

Coefficient Data:

a = 0.67178563

b = 1.016869

c = -0.012883463

User-Defined Model: $y=a*x^b$

Coefficient Data:

a = 0.4598353

b = 1.2321504

User-Defined Model: $y=a*x^b*\exp(-c*x^d)*\cos(\pi*x/(e-f*x^g)+h)+i*x^j*\exp(-k*x^l)$

Coefficient Data:

a = 5.3012584e-023

b = 13.270917

c = 0.046910507

d = 1.0998025

e = 5.544264

f = 0.00023645929

g = 1.1689214

h = 1.6222607

i = 0.51167852

j = 1.2220498

k = 0.40631626 l = 0.31517009

User-Defined Model: $y = -a \cdot x^b \cdot \exp(-c \cdot x) \cdot \cos(\pi \cdot x / d)$ Coefficient Data:

a = 3.2854791e-007
b = 1.6626948
c = -0.38763761
d = 0.40081333

User-Defined Model: $y = -a \cdot x^b \cdot \cos(\pi \cdot x / c)$

Coefficient Data:

a = 4.9766155e-009
b = 6.0250312
c = 0.39980299

User-Defined Model: $y = -a \cdot x^b \cdot \cos(\pi \cdot x / c - d)$

Coefficient Data:

a = 1.3842792e-012
b = 8.6475427
c = 0.40943378
d = -4.9037785

User-Defined Model: $y = -a \cdot x^b \cdot \cos(\pi \cdot x / c + d)$

Coefficient Data:

a = 4.734663e-013
b = 8.9763959
c = 0.40926141
d = 4.8032692

User-Defined Model: $y = -a \cdot x^b \cdot \cos(\pi \cdot x / c + d) + e \cdot x^f$

Coefficient Data:

a = 5.0281978e-014
b = 9.6676061
c = 0.40860186
d = 4.4635489
e = 0.43262403
f = 1.2540438

Диаметр от объема

User-Defined Model: $y = a \cdot x$ Coefficient Data:

a = 44.999694

User-Defined Model: $y = a \cdot x^b \cdot \exp(-c \cdot x)$

Coefficient Data:

a = 30.390156
b = 0.36798249
c = -0.078069192

User-Defined Model: $y = a \cdot x^b$

Coefficient Data:

a = 32.520963
b = 0.39382667
 $\bar{D} = 32,52096 \bar{V}_c^{0,39383}$

User-Defined Model: $y = -a \cdot x^b \cdot \cos(\pi \cdot x / c)$

Coefficient Data:

a = 0.43249987

b = 5.8646583

c = 0.43866446

User-Defined Model: $y = -a \cdot x^b \cdot \cos(\pi \cdot x / c - d)$

Coefficient Data:

a = 2.0694867

b = 1.7294353

c = 0.34600739

d = 3.1208541

User-Defined Model: $y = -a \cdot x^b \cdot \cos(\pi \cdot x / (c - d \cdot x) - e)$

Coefficient Data:

a = 2.1107532

b = 1.8030673

c = 0.33294607

d = -0.0059501701

e = 3.2814373

User-Defined Model: $y = -a \cdot x^b \cdot \cos(\pi \cdot x / (c + d \cdot x^e) - f)$

Coefficient Data:

a = 2.1171698

b = 1.8156043

c = 0.33480393

d = 0.003966405

e = 1.3737303

f = 3.2848439

User-Defined Model: $y = -$

$a \cdot x^b \cdot \cos(\pi \cdot x / (c + d \cdot x^e) - f) + g \cdot x^h$

Coefficient Data:

a = 2.1463014

b = 1.9856737

c = 0.3413753

d = 0.0032332539

e = 1.279487

f = 3.133614

g = 32.304129

h = 0.38928189

Изменение объема «среднего» ствола от других факторов

Объем ствола от возраста

User-Defined Model: $y=a*x^b*\exp(-c*x)$

Coefficient Data:

a = 0.00056482241

b = 1.4075844

c = -0.0032739773

User-Defined Model: $y=a*x$ Coefficient Data:

a = 0.0043066307

User-Defined Model: $y=a*x^b$

Coefficient Data:

a = 0.00017292907

b = 1.7441407

User-Defined Model: $y=-a*x^b*\exp(-c*x)*\cos(\pi*x/d)$

Coefficient Data:

a = 1.2247129e-010

b = 5.4664259

c = 0.038093745

d = 5.6650071

User-Defined Model: $y=-a*x^b*\exp(-c*x)*\cos(\pi*x/d-e)$

Coefficient Data:

a = 1.8839091e-018

b = 10.254348

c = 0.075613549

d = 5.8031145

e = -1.4120116

User-Defined Model: $y=-a*x^b*\exp(-c*x)*\cos(\pi*x/(d-e*x)+f)$

Coefficient Data:

a = 3.6179126e-021

b = 11.652129

c = 0.076261986

d = 4.7313461

e = -0.0046919014

f = -4.7215644

User-Defined Model: $y=-a*x^b*\exp(-c*x^d)*\cos(\pi*x/(e+f*x^g)-h)$

Coefficient Data:

a = 1.0753266e-022

b = 12.432931

c = 0.059020873

d = 1.0569858

e = 4.6348471

f = 0.0047251701

g = 1.0096624

h = 5.5734574

User-Defined Model: $y=-a*x^b*\exp(-c*x^{1.05699})*\cos(\pi*x/(d+e*x^{1.00966})-f)+g*x^h$ Coefficient Data:

a = 1.0084183e-028

b = 16.041277

c = 0.07923733

d = 4.279188

e = 0.0057123972

f = 8.766423

g = 0.00021160476

h = 1.7041436

User-Defined Model: $y = -a * x^b * \cos(\pi * x / c)$

Coefficient Data:

a = 1.0336964e-017

b = 11.293942

c = 0.40109042

User-Defined Model: $y = -a * x^b * \cos(\pi * x / c - d)$

Coefficient Data:

a = 2.6925857e-019

b = 12.455954

c = 0.40770264

d = -3.7331433

User-Defined Model: $y = -a * x^b * \exp(-c * x) * \cos(\pi * x / d - e)$

Coefficient Data:

a = 4.291585e-020

b = 12.992581

c = -0.0025909714

d = 0.40751165

e = 2.6608302

User-Defined Model: $y = -a * x^b * \cos(\pi * x / (c + d * x) + e)$

Coefficient Data:

a = 2.6926549e-019

b = 12.456009

c = 0.40770027

d = 4.7610877e-008 e = 3.7330019

User-Defined Model: $y = -a * x^b * \cos(\pi * x / c + d)$

Coefficient Data:

a = 1.1667565e-019 b = 12.710264

c = 0.40767419 d = 3.7157156

Объем ствола от высоты

User-Defined Model: $y = a * x$

Coefficient Data:

a = 0.01330572

User-Defined Model: $y = a * x^b * \exp(-c * x)$

Coefficient Data:

a = 1.5371297e-005

b = 3.1007975

c = -0.019442585

User-Defined Model: $y = a * x^b$

Coefficient Data:

a = 6.0827793e-006

b = 3.5410081

User-Defined Model: $y=a*x^b-c*x^d*\cos(\pi*x/e+f)$ Coefficient Data:
 $a = 3.1495435e-006$ $b = 3.7561511$
 $c = 6.0960201e-021$ $d = 13.618498$
 $e = 0.40709872$ $f = 3.4805099$

Объем ствола от диаметра

User-Defined Model: $y=a*x^b$
Coefficient Data:
 $a = 0.00032293408$
 $b = 2.268384$

$$\bar{V}_c = 0,00032293\bar{D}^{2,26838}$$

User-Defined Model: $y=-a*x*\cos(\pi*x/b)$

Coefficient Data:

$a = 0.00079831122$

$b = 2.4850663$

User-Defined Model: $y=-a*x^b*\exp(-c*x)*\cos(\pi*x/d)$

Coefficient Data:

$a = 2.1582744e-026$

$b = 22.291467$

$c = 0.62637494$

$d = 2.4709711$

User-Defined Model: $y=-a*x^b*\exp(-c*x)*\cos(\pi*x/(d-e*x)+f)$ Coefficient Data:

$a = 5.9703764e-027$

$b = 22.565782$ $c = 0.61613035$

$d = 2.5639044$ $e = -1.5570656$

User-Defined Model: $y=-a*x^b*\exp(-c*x)*\cos(\pi*x/(d-e*x)+f)$ Coefficient Data:

$a = 5.4516764e-029$

$b = 23.130655$

$c = 0.54231254$

$d = 1.700981$

$e = -0.014615664$

$f = -4.9324454$

User-Defined Model: $y=-a*x^b*\exp(-$

$$c*x^d)*\cos(\pi*x/(e+f*x^g)-h)$$

Coefficient Data:

a = 9.8490239e-030 b = 23.259307
c = 0.51651054 d = 0.99297565
e = 1.6212071 f = 0.014832162
g = 1.0227911 h = 5.2104889

User-Defined Model: $y = -a*x^b*\exp(-c*x^d)*\cos(\pi*x/(e+f*x^g)-h) + i*x^j$

Coefficient Data:

a = 1.1099677e-025
b = 21.622331
c = 0.67828521
d = 0.96065632
e = -5.8005151
f = 46.803014
g = -0.36130916

h = -30.258966

i = 0.00024697439

j = 2.3591083

Изменение возраста от других факторов

Возраст от объема

Linear Fit: $y = a + bx$ Coefficient Data:

a = 32.091607 b = 79.842001

User-Defined Model: $y = a*\exp(-b*x) + c*x^d*\exp(-e*x)$ Coefficient Data:

a = 0.12886364 b = -2.2593622
c = 68.167953 d = 0.19999953
e = -0.38777187

User-Defined Model: $y = a*\exp(b*x)$

Coefficient Data:

a = 38.332161 b = 0.89030682

User-Defined Model: $y = a*\exp(b*x^c)$

Coefficient Data:

a = 15.822169 b = 1.896935 c = 0.27498433

User-Defined Model: $y=a*x*cos(pi*x/b)$

Coefficient Data:

a = 14.895656

b = 0.34869272

User-Defined Model: $y=a*x^b*exp(-c*x)*cos(pi*x/d)$ Coefficient Data:

a = 19813125

b = 20.218777

c = 13.735947

d = 0.34952934

User-Defined Model: $y=a*x^b*exp(-c*x)*cos(pi*x/d-e)$ Coefficient Data:

a = 1.3787101e+008

b = 22.936707

c = 15.755676

d = 0.34816893

e = 0.051143019

User-Defined Model: $y=a*x^b*exp(-c*x)*cos(pi*x/(d-e*x)-f)$ Coefficient Data:

a = 17828459

b = 18.694811

c = 13.311959

d = 0.82435335

e = 0.2022547

f = -4.3569636

User-Defined Model: $y=a*x^b*exp(-c*x^d)*cos(pi*x/(e-f*x^g)+h)$

Coefficient Data:

a = 36929028

b = 18.949

c = 14.031055

d = 0.97097976

e = 1.2043604

f = 0.52003503

g = 0.56825507

h = 4.8275608

User-Defined Model: $y=a*x^b*exp(-c*x^d)*cos(pi*x/(e-f*x^g)+h)+i*exp(j*x^k)$

Coefficient Data:

a = 39726414

b = 19.721393

c = 14.450908

d = 0.91347268

e = 1.2324967

f = 0.49203587

g = 0.59477389

h = 5.5164173

i = 9.115653

j = 2.3514501

k = 0.17082722

Изменение времени измерения от других факторов

Время измерения от объема ствола

Linear Fit: $y=a+bx$ Coefficient Data:

$a = 54.0368$

$b = -0.13052221$

User-Defined Model: $y=a*\exp(-b*x)-c*x^d$

Coefficient Data:

$a = 52.39003$

$b = -0.73800276$

$c = 60.11974$

$d = 1.5120117$

User-Defined Model: $y=a*\exp(b*x)-$

$c*x^d*\exp(-e*x)$ Coefficient Data:

$a = 52.387122$

$b = 0.7481957$

$c = 60.174219$

$d = 1.5004094$

$e = -0.017145445$

User-Defined Model: $y=a*\exp(b*x)-$

$c*x^d*\exp(-e*x^f)$ Coefficient Data:

$a = 51.995002$

$b = 1.100106$

$c = 101.57488$

$d = 1.5027221$

$e = -0.05371149$

$f = 2.7794331$

User-Defined Model: $y=a*\exp(b*x)-$

$c*x^d*\exp(-e*x^f)$ Coefficient Data:

$a = 51.68423$

$b = 1.6859349$

$c = 154.19756$

$d = 1.4023209$

$e = -0.3999249$

$f = 1.6679717$

User-Defined Model: $y=a*\exp(b*x)-c*x^d$

Coefficient Data:

$a = 52.390025$

$b = 0.73800396$

$c = 60.119876$

$d = 1.5120125$

User-Defined Model: $y=a*\exp(b*x^c)-d*x^e$

Coefficient Data:

$a = 42.940462$

$b = 1.2430373$

$c = 0.30045601$

$d = 97.469209$

$e = 0.60290676$

User-Defined Model: $y=-a*x^b*\exp(-c*x)*\cos(\pi*x/d)$

Coefficient Data:

$a = 238369.43$

$b = 13.227782$

$c = 10.262835$

$d = 0.43896167$

User-Defined Model: $y=-a*x^b*\exp(-c*x)*\cos(\pi*x/(d-e))$ Coefficient Data:

$a = 1343228.2$

$b = 13.426424$

$c = 11.615861$

$d = 0.34483656$

$e = 2.5305091$

User-Defined Model: $y=-a*x^b*\exp(-c*x)*\cos(\pi*x/(d+e*x)-f)$ Coefficient Data:

$a = 22299233$

$b = 16.408781$

$c = 14.368921$

$d = 0.34536339$

$e = -0.0037793709$

$f = 2.6415765$

User-Defined Model: $y=-a*x^b*\exp(-c*x)*\cos(\pi*x/(d-e*x)-f)$ Coefficient Data:

$a = 49759876$

$b = 17.26769$

c = 15.157891
d = 0.34699757
e = 0.0056495117
f = 2.6563402

User-Defined Model: $y=a*\exp(b*x^c)-d*x^e-f*x^g*\exp(-h*x)*\cos(\pi*x/(i-j*x)-k)$

Coefficient Data:

a = 42.994322
b = 1.2486857
c = 0.30125392
d = 98.207343
e = 0.60158242
f = 1.1800111e+008
g = 18.173852
h = 16.001519

i = 0.36244026
j = 0.01468252
k = 2.5016323

Изменение начала онтогенеза от других факторов

Начало онтогенеза от объема

Linear Fit: $y=a+bx$ Coefficient Data:

a = 281.94519
b = -79.972523

User-Defined Model: $y=a*\exp(b*x)-c*x^d*\exp(-e*x)$ Coefficient Data:

a = 313.65344
b = -0.065143937
c = 54.836007
d = 0.14308911
e = -0.43550889

User-Defined Model: $y=a*\exp(-b*x^c)-d*x^e*\exp(-f*x^g)$ Coefficient Data:

a = 335.57168
b = 0.029654725
c = 0.43953519
d = 66.009037
e = 0.065749609
f = -0.56806524

g = 0.84706528

User-Defined Model: $y=a*\exp(-b*x^c)-d*x^e$

Coefficient Data:

a = 301.11227
b = 0.11983178
c = 1.704435
d = 58.292664
e = 0.28451148

User-Defined Model: $y = -a * x^b * \exp(-c * x) * \cos(\pi * x / d)$ Coefficient Data:

a = 3.2439863e+009

b = 27.308543

c = 19.188472

d = 0.35033677

User-Defined Model: $y = -a * x^b * \exp(-c * x) * \cos(\pi * x / (d - e * x) - f)$ Coefficient Data:

a = 9.9719707e+010

b = 32.118368

c = 22.744604

d = 0.33569255

e = 0.012086012

f = 1.3431025

$$d * x^e - f * x^g * \exp(-h * x) * \cos(\pi * x / (i - j * x) - k)$$

Coefficient Data:

a = 301.33303

b = 0.12927062

c = 1.5488227

d = 56.287174

e = 0.27384652

f = 2.2917667e+011

g = 33.535024

h = 23.652681

i = 0.33557962

j = 0.010676133

k = 1.2811303

User-Defined Model: $y = a * \exp(-b * x^c) -$

Влияние параметров «среднего» дерева березняка

По вышеприведенным моделям были выписаны в таблицах П4.1 и П4.2 значения коэффициентов корреляции по детерминированным моделям и уравнениям с одной волновой составляющей. Места в рейтинге не изменились, хотя у некоторых параметров от дополнения волновой составляющей возрос коэффициент корреляции.

Вычислительные эксперименты показали, что при дополнении второй и последующими волнами адапционного возмущения рейтинговые места у некоторых из 11 параметров березняков могут поменяться.

Таблица П4.1

Корреляционная матрица факторных связей по трендам

Влияющие факторы (параметры x)	Зависимые факторы (показатели y) пробных площадей											Сумма $\sum r$	Место I_x
	α , град	β , град	B , ранг	$\bar{A}$, лет	t_u , лет	t_o , лет	$\bar{q}$, м ³ /га	D , шт./га	$\bar{H}$, м	$\bar{D}$, см	$\bar{V}_c$, м ³		
Возраст $\bar{A}$, лет	0,267	0,301	0,282	0,965	0,006	0,926	0,603	0,546	0,729	0,779	0,745	5,151	4
Высота $\bar{H}$, м	0,158	0,107	0,399	0,598	0,171	0,524	0,881	0,749	0,999	0,892	0,777	6,256	3
Диаметр $\bar{D}$, см	0,282	0,261	0,218	0,756	0,140	0,697	0,788	0,693	0,934	0,998	0,958	5,727	1
Объем $\bar{V}_c$, м ³	0,291	0,256	0,261	0,746	0,159	0,674	0,815	0,632	0,931	0,961	0,985	7,713	2
Сумма $\sum r$	0,998	0,925	1,160	3,066	0,476	2,821	3,087	2,620	3,594	3,632	3,466	25,849	-
Место I_y	9	10	8	5	11	6	4	7	2	1	3	-	0,5875

Примечание. Сильные связи при условии $r \geq 0,7$ даны с четырьмя значащими цифрами.

Таблица П4.2

Корреляционная матрица по трендам и одной волне колебательного возмущения

Влияющие факторы (параметры x)	Зависимые факторы (показатели y) пробных площадей											Сумма $\sum r$	Место I_x
	α , град	β , град	B , ранг	$\bar{A}$, лет	t_u , лет	t_o , лет	$\bar{q}$, м ³ /га	D , шт./га	$\bar{H}$, м	$\bar{D}$, см	$\bar{V}_c$, м ³		
Возраст $\bar{A}$, лет	0,312	0,301	0,282	0,965	0,006	0,926	0,652	0,653	0,750	0,913	0,821	6,583	3
Высота $\bar{H}$, м	0,158	0,107	0,399	0,598	0,171	0,524	0,883	0,783	0,999	0,895	0,785	6,304	4
Диаметр $\bar{D}$, см	0,282	0,261	0,218	0,780	0,140	0,697	0,800	0,763	0,936	0,998	0,958	6,837	1
Объем $\bar{V}_c$, м ³	0,291	0,256	0,261	0,766	0,215	0,686	0,819	0,632	0,933	0,962	0,985	6,808	2
Сумма $\sum r$	1,043	0,925	1,160	3,110	0,532	2,833	3,155	2,832	3,619	3,770	3,551	26,533	-
Место I_y	9	10	8	5	11	6	4	7	2	1	3	-	0,6030

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
1. ПАРАМЕТРЫ БЕРЕЗНЯКОВ СЕВЕРНОЙ ЕВРАЗИИ	5
1.1. Березняки – основа биокаркаса территории	5
1.2. Геостатистическое моделирование	6
1.3. Данные по березнякам Евразии	7
1.4. Факторный анализ	10
1.5. Предпорядок предпочтительности и ранги	14
1.6. Ранговые распределения	15
1.7. Комплекс статистических моделей	20
2. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЧИСЛЕННОСТИ БЕРЕЗНЯКОВ	23
2.1. Общие сведения	23
2.2. Распределение количества пробных площадей	23
2.3. Характеристика распределения	25
2.4. Параметры лесного земельного участка	25
2.5. Параметры пробной площади березняка	27
2.6. Параметры средней березы на пробной площади	29
3. ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОБНЫХ ПЛОЩАДЕЙ БЕРЕЗНЯКОВ	33
3.1. Эффект экосистемной суперпозиции	33
3.2. Сортировка данных	34
3.3. Статистическая модель	34
3.4. Волновое размещение пробных площадей	35
3.5. Асимметричные вейвлет-сигналы	36
3.6. Методика выявления фрактальных сигналов	36
3.7. Оценка фрактального сигнала	39
3.8. Влияние расположения фрактала	40
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	43
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	45
Приложение 1. Параметры березняков Северной Евразии	52
Приложение 2. Ранговые распределения параметров березняков	63
Приложение 3. Факторный анализ параметров березняков	70
Приложение 4. Волновые модели параметров средней березы	116

Петр Матвеевич МАЗУРКИН

БИОКАРКАС ТЕРРИТОРИИ

Учебное пособие

Подписано в печать. Формат 60×84/16. Бумага офсетная.

Печать офсетная. Усл. печ. л. . Уч. -изд. л. .

Тираж 100 экз. Заказ № . .

Поволжский государственный технологический университет

424000 Йошкар-Ола, пл. Ленина, 3

Кафедра природообустройства E-mail: kaf_po@mail.ru

Редакционно-издательский центр

Поволжского государственного технологического университета

424006 Йошкар-Ола, ул. Панфилова, 17